

Die
Phosphorescenzen
der Körper

oder

die im Dunkeln bemerkbaren Lichtphänomene
der anorganischen Natur,

durch eine Reihe eigener Beobachtungen und Versuche geprüft und bestimmt

von

Placidus Heinrich,

der Gottesgelehrtheit und Weltweisheit Doctor, königl. Baier. geistl. Rath, der Physik,
Meteorologie und Astronomie Professor, und mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitglied.

D R I T T E A B H A N D L U N G

vom Leuchten vegetabilischer und thierischer Substanzen, wenn sie
sich der Verwesung nähern,

mit

Rücksicht auf das Leuchten lebender Geschöpfe.

N ü r n b e r g,
im Verlage der Johann Leonhard Schrag'schen Buchhandlung.

1 8 1 5.

Quam multa animalia hoc primum cognovimus Saeculo ! Et quidem multa venientis aevi populus ignota nobis sciet : multa saeculis tunc futuris, cum memoria nostri exoleverit, reservantur. Pusilla res mundus est, nisi in illo quod quaerat omnis mundus habeat. Non semel quaedam sacra traduntur : Eleusis servat, quod ostendat revisentibus. Rerum Natura sacra sua non simul tradit. Initiatos nos credimus; in vestibulo eius haeremus. Illa arcana non promiscue, nec omnibus patent : reducta et interiore Sacrario clausa sunt; ex quibus aliud haec aetas, aliud quae post nos subibit, adspiciet — — — Nec miremur tam tarde erui, quae tam alte iacent.

*Seneca, Quaest. Nat. Lib. VII.
cap. 31.*

V o r r e d e.

Wir kommen nun zu einer neuen Klasse von Phosphorn, welche uns die Natur unaufhörlich und überall darbietet, wo Körper in Verwesung übergehen, und sich ihrer endlichen Auflösung nähern, was eigentlich nur im Pflanzen- und im Thierreich zutrifft. Verwesung ist das Ende aller organischen Substanzen, und der Uebertritt zu ihrem Ursprunge. Die gesammte organische Natur bildet sich aus der anorganischen, hält nur eine zeitlang in diesem veredelten Zustande aus, und sie kehrt früher oder später wieder dahin zurück, woher sie gekommen war. Diesen für alle lebenden Geschöpfe so wichtigen Zeitpunkt verkündiget uns die vom Schöpfer unendlich weise angeordnete Natur häufig durch einen schwachen Lichtausbruch, den man den letzten Hauch der langsam sterbenden Pflanze, und das Lebensflämmchen des ausgeisternden Wurms nennen kann. Ist dieses nur im Dunkeln von uns bemerkbare Flämmchen vollends verloschen, so gehört die Pflanze und der Wurm so wenig, als der entseelte Leichnam, der organischen Natur mehr zu, er tritt in ein neues Reich über — Hier also *vom Leuchten organischer Wesen während ihres Uebertritts in die anorganische Natur*. Dieß ist der ausgedehnteste, alles umfassende Begriff gegenwärtiger Phosphorescenz; sie zu erschöpfen, müßte man beinahe jedes Individuum des Pflanzen- und Thierreichs einzeln beobachten und untersuchen. Die Unmöglichkeit dieses Unternehmens liegt am Tage, das Unnöthige lehrt zum Theil die Erfahrung. Wesen desselben Naturreichs, Ordnungen derselben Klasse, Gattungen desselben Geschlechtes, u. s. f. haben immer sehr vieles miteinander gemein, und so ist es manchmal erlaubt, eine bey sehr vielen Individuen bemerkte Eigenschaft auf eine ganze Klasse überzutragen. Dieß ist hauptsächlich der Fall bey der Phosphorescenz des Pflanzenreichs. Wir wußten bisher nicht viel mehr, als daß faules Stammholz leuchtet. Aus meinen Untersuchungen geht hervor, daß auch die Wurzeln, die Aeste, die Rinde, der Bast, kurz: alle Theile des hochstämmigen Baumes dieser Phosphorescenz fähig sind, und daß die so weit vorgeschrittene Fäulniß hiezu gar nicht nothwendig ist. Ich gehe noch weiter und behaupte, daß man diese Erscheinung auch bey Gesträuchen und Kräutern, überhaupt bey allen Gewächsen, die mit Holzfasern und Säften versehen sind, bemerken kann. Hiemit erweitern sich unsere Begriffe von der Phosphorescenz des Pflanzenreichs schon um ein merkliches: zuletzt umfassen sie das Gesammte ohne Ausnahm, wie wir sehen werden. So gab eine Erfahrung der andern die Hand, und ein Begriff stützte sich auf den andern. Im Thierreich waren unsere Kenntnisse bereits ausgebreiteter, und es unterliegt keinem Zweifel mehr, daß es in allen sechs Klassen eine und die andere Gattung giebt, bey der man bisher so ein Leuchten beobachtet hat; und man wird es immer häufiger beobachten.

Außer

Außer dem freiwilligen Leuchten in Verwesung übergehender Substanzen der beiden Naturreiche giebt es auch Fälle, daß noch lebende Thiere und Pflanzen unter gewissen Umständen leuchten. Ungeachtet sich meine Untersuchungen auf die anorganische Natur einschränken, wie es auch die vorgelegte Preissfrage nicht anders verlangte, so wollte ich doch bey der Revision und Erweiterung meiner frühern Erfahrungen diesen Gegenstand nicht ganz übergehen; daher ich auch hievon das Wissenswürdigste, vorzüglich aus dem Thierreich, beibringe. Wir werden zugleich mit Vergnügen sehen, wie schön die Natur sich gleich bleibt, und wie auffallend das Pflanzenreich dem Thierreich stets an der Seite geht. Die zartesten Geschöpfe, dort die Schwämme und Moose, hier die Würmer und Insekten, leuchten bereits noch lebend; so wie der Körperbau kräftiger wird, tritt die Lichtperiode erst nach dem Tod, aber doch sehr regelmässig ein; dieß beweisen einerseits die Seefische, andererseits die Wurzeln der Sträucher und Bäume. Was endlich auf der vollendeten Stufe der Bildung steht, z. B. das Stammholz der Bäume und das Fleisch der vierfüßigen Thiere, das muß erst unter gewisse Umstände versetzt und beinahe gezwungen werden, um ein Lichtphänomen zu äußern — eine Folge des enger geknüpften Bandes zwischen Materie und Leuchtstoff. —

Dieses freiwillige Leuchten der Pflanzen und Thiere ist eine Phosphorescenz im eigentlichen Sinne, und streng nach den von mir aufgestellten Begriffen (*Abh. I. S. 5.*), wobey alles der Natur überlassen wird, ohne daß die Kunst einen Antheil daran nimmt, was nur noch von der Phosphorescenz durch Insolation gilt; alle übrige Arten hängen von unserer Willkühr und Behandlung ab: auch zeichnet sie sich vor allen durch ihre anhaltende Dauer aus. So bekannt übrigens die Erscheinung selbst ist, so wenig ist man zur Zeit noch über die wahre Ursache derselben im Reinen; wie nahe ich der Wahrheit gekommen bin, mögen andere beurtheilen; es scheint mir aber, man könne hierüber nicht wohl ein gründliches Urtheil fällen, ohne sich erst mit allen Erscheinungen sehr genau bekannt gemacht zu haben. Dieß war mitunter auch ein Beweggrund, warum ich das Geschichtliche der thierischen Phosphorescenz so umständlich behandelt habe; eine solche Zusammenstellung der Thatfachen mangelte uns noch, und sie ist zur Bildung einer Theorie schlechterdings nothwendig. Im ersten Abschnitt nahm ich einen ganz andern Gang, weil ich mit leuchtendem Holz nach Belieben walten konnte, ohne mich auf fremde Erfahrungen stützen zu müssen; im Thierreiche hingegen ist es unmöglich, daß ein einziger Naturforscher alles Wissenswerthe und zur Sache Gehörige mit eigenen Augen sehen, und zugleich mit Muse prüfen kann, selbst der Küstenbewohner, und der Erdeumsegler nicht. Man muß sich daher entweder auf fremde Beobachtungen beziehen, oder über die Sache keck absprechen, ohne das Ganze zu umfassen. Ueber das Leuchten des Holzes glaube ich um einen merklichen Schritt weiter gegangen zu seyn, als alle meine Vorfahrer; ja ich schmeichle mir sogar, damit größtentheils im Reinen zu seyn. In Verfolg meiner Versuche, und Forschungen über das verschiedene Leuchten der Körper war es immer mein Bestreben, so weit vorzudringen, daß ich jeder hiezu geeigneten Substanz die verlangte Phosphorescenz geben, nehmen, wieder geben, vermehren und vermindern, oder doch vorhinein bestimmen konnte, ob sie, gemäß ihrer Natur und Beschaffenheit, derselben fähig sey oder nicht. Was nun die Phosphorescenz durch Bestrahlung, und durch äußere Temperatur-Erhöhung betrifft, so getraue ich mir, alle jene Bedingnisse zu erfüllen. Auch das Leuchten des noch nicht faulen Holzes steht in
meiner

meiner Willkühr: nicht nur die Natur liefert uns dergleichen Holz zu jeder Jahreszeit in Ueberfluß; man kann sich's auch durch die Kunst verschaffen; nur wird dazu Zeit erfordert, wie es die Beschaffenheit dieses chemischen Processes mit sich bringt. In so weit bin ich auch mit dem Holz im Reinen; aber nicht so mit unseren inländischen Fischen und mit dem Fleisch der Landthiere. Ich hoffte immer, vor der Bekanntmachung gegenwärtiger Abhandlung, meinen Zweck zu erreichen, und ich habe in dieser Absicht vieles unternommen, allein umsonst! — — Mögen andere glücklicher seyn — aber ich werde darum nicht unterlassen, in meinen Untersuchungen fortzufahren; vielleicht führen mehrere Wege zu demselben Ziel. Ich habe im Anhang des Hrn. Dessaignes Gedanken über die freiwillige Phosphorescenz des Pflanzen- und Thierreichs mitgetheilt. Sein Ideengang ist sehr schön; wie denn in allen seinen Aufsätzen viel Geist und ein tiefer Blick unverkennbar ist — Hat er aber diese Ideen aus der Natur selbst und aus eigener Erfahrung geschöpft? dahin zweifle ich sehr. Er sagt uns nicht im mindesten, wie sein Holz, wie seine Fische beschaffen waren: er sagt uns nicht, ob er mit faulem oder guten Holz, ob er mit See- oder Flußfischen experimentirt hat, und was dergleichen Dinge mehr sind. Diese Gleichgültigkeit erregt billig Mißtrauen, und benimmt auch dem Uebrigen viel von seinem Werthe. Besitzt er die Geschicklichkeit, jeden Flußfisch leuchtend zu machen, so theile er sein Verfahren mit, und dann sind wir der Mühe überhoben, noch lange zu suchen. Niemand wird ihm mehr Dank wissen, als ich. — — Ueberhaupts wird der unpartheiische Leser bemerken, daß wir beide in unseren Untersuchungen immer einen merklich verschiedenen Gang nehmen, wie es zu erwarten war — — Habe ich das Gesammte meiner Arbeit bekannt gemacht, so wird sich's der Mühe lohnen, von unseren beiderseitigen Bemühungen, Resultaten und Ansichten eine kritische Darstellung in möglichster Kürze zu liefern, und das Ganze mit einem Register über alle fünf Theile zu beschließen.

Regensburg den 31. März 1815.

Kurze Inhaltsanzeige.

ERSTER ABSCHNITT. Die Phosphorescenz des Pflanzenreichs.

Einleitung.

Arbeiten und Schriften über diesen Gegenstand: meine Bemühungen und mein Verfahren:
Vorrath an leuchtendem Holze, welches den Hauptgegenstand meiner Untersuchungen ausmacht.

ERSTES KAPITEL.

§.	Eigene Erfahrungen und Erfahrungssätze.	Seite
1.	I.) <i>Alle Holzarten, und alle Theile eines hochstämmigen Baumes sind des Leuchtens fähig.</i> Aufzählung der bisher beobachteten.	315
2.	II.) <i>Die Phosphorescenz tritt vor der Fäulnis ein.</i> Vorzüge des nicht faulen Holzes zu wissenschaftlichen Versuchen.	316
3.	Wie man sich immer damit versehen kann, und wie man verfahren soll.	316
4.	Welchen Gang die Phosphorescenz hält vom Entstehen bis zum Verschwinden — erstens bey den Stammwurzeln:	317
5.	- - - Zweitens bey dem Wurzelstrunk, oder Stock.	318
6.	Von der Seltenheit, Schönheit, und Dauer der leuchtenden Wurzelstrunke.	319
7.	Vom Leuchten der Wasserteichlein, Brückenpfeiler, des Grubenholzes, u. dergl.	320
8.	Fünferley Zustände des Holzes in Hinsicht der Phosphorescenz.	321
9.	Beschaffenheit des Holzes nach geendigter Phosphorescenz, dem äußeren Ansehen nach:	321
10.	- - - nach seinen wesentlichen Bestandtheilen.	322
11.	III.) <i>Zum Leuchten wird ein gewisser Grad von Feuchtigkeit, und Mangel an Luftzug erfordert:</i> die Beweise dieses Satzes:	323
12.	Unterschied zwischen natürlicher und künstlicher Feuchtigkeit.	323
13.	Vorübergehende, und bleibende Unfähigkeit zum Leuchten, wie lang man Holz zu späteren Versuchen aufbewahren, und wie man's wieder leuchtend machen kann.	324
14.	Schädliche Wirkung zu vieler Nässe.	325
15.	IV.) <i>Diese Phosphorescenz, wenn sie einmal angefangen hat, hält sich an keinen bestimmten Grad der Temperatur.</i> Bestimmung der niedrigsten	326
16.	und der höchsten Temperatur.	326
17.	V.) <i>Das Licht entwickelt sich aus den Säften, und nicht aus der Faser des Holzes.</i>	327

ZWEITES KAPITEL.

Verhalten des leuchtenden Holzes in verschiedenen Medien.

18.	Nöthige Vorerinnerung.	327
19.	Holz unter Wasser im gesperrten Raum:	328
20.	- - in Weingeist, Aether, Oel, und Quecksilber:	328
21.	- - in tropfbarflüssigen Säuren:	329
22.	- - in Alkalien und Mittelsalzen:	330
23.	- - in gesperrter atmosphärischer Luft:	330
24.	- - im verdünnten Raum:	331
25.	- - im luftleeren Raum:	331
26.	- - einige Betrachtungen über die Nothwendigkeit der Luft:	332
27.	- - im Sauerstoffgas, auf zweierley Art gewonnen:	332
28.	- - im Stickstoffgas, auf zweierley Art gewonnen:	333
29.	- - im Salpetergas:	333
30.	- - im flutspathsauren Gas:	333
31.	- - im kohlen-sauren Gas:	333
32.	- - im Wasserstoffgas, auf dreierley Art gewonnen:	334
33.	- - im Schwefelwasserstoffgas.	334
34.	Luftverderbnis und Luftaufwand durch leuchtendes Holz: Letztes Resultat: IV. Nothwendigkeit athmenbarer Luft.	335

I n h a l t.

VII

Seite
336
337
338

6. Fünf Bemerkungen über obige Versuche:
36. Die Phosphorescenz anderer Vegetabilien, wenn sie in Verwesung übergehen:
37. Das Leuchten einiger noch vegetirender Gewächse.

DRITTES KAPITEL.

Wahrscheinliche Ursache dieser Phosphorescenz.

38. VII.) *Der das Leuchten einleitende Proceß beruht auf der Zersetzung der Holzsäfte:* nähere Betrachtung der Bestandtheile des Holzes, mittelst der mechanischen 339
39. und der chemischen Zerlegung desselben. 340
40. Reichthum des Holzes an Lichtstoff, und Folgerung einiger Naturforscher auf das Leuchten desselben: 340
41. VIII.) *Es besteht in einem äußerst schwachen, und in einem Minimum athmenbarer Luft noch vor sich gehenden Verbrennen:* 341
42. IX.) *Das leuchtende Holz ist ein schwacher Luftzündler, Pyrophor.* 342
43. Aehnlichkeit desselben mit anderen vegetabilischen Luftzündern: 342
44. Unähnlichkeiten, und Ursache derselben. 344
45. Endliche Erklärung dieses Phänomens, aus der Entwicklung des Kohlen- Wasser- und Phosphorstoffs. 345
46. X.) *An diesem Lichtphänomen hat der Phosphorstoff häufig einen Antheil* 345
47. Daseyn desselben im Pflanzenreich. 346
48. Wie er im ungesäuerten Zustand entweichen kann. 346
49. Ueber das Leuchten anderer verwesenden Vegetabilien. 347
50. Ueber das Leuchten vegetirender Pflanzen. 347

VIERTES KAPITEL.

Anwendung und Erörterung.

51. Berichtigung meiner Ansichten über das Verbrennen. 348
52. Das leuchtende Holz, ein Mittel, das Daseyn athmenbarer Luft zu erfahren. 348
53. Verhältnisse des Stickstoffs, Schwefels, und Wassers gegen leuchtendes Holz, so wie gegen Stangenphosphor. 349
55. Erklärung der Irrlichter. 249
55. a) Ueber eine Stelle des Hrn. Fourcroy vom faulenden Holz; und practische Bemerkungen über das freiwillige Verbrennen einiger Vegetabilien. 349
55. b) Vom Rösten des Flachses. 351
56. Der allgemeine Ausdruck, *das Leuchten des faulen Holzes*, ist nicht gut gewählt. 352
57. Warum das Grubenholz so selten leuchtet: Mangel des Lichts hat daran keinen Antheil. 352
58. Aus Pflanzenstoffen läßt sich Kunkel'scher Phosphor bereiten. 353
59. Das leuchtende Holz ist der einfachste Pyrophor. 353
60. Frühere Arbeiten über diesen Gegenstand. 354

ZWEITER ABSCHNITT.

Die Phosphorescenz des Thierreichs.

E i n l e i t u n g.

Allgemeine Betrachtungen über diesen Gegenstand.

ERSTES KAPITEL.

Vom Leuchten der Seethiere.

61. Leuchten des Meeres überhaupt — Meinungen des Hrn. Forster und Bernoulli. 357
62. Mikroskopische Würmchen, Mollusken, Zoophyten. 358
63. Nähere Umstände, rücksichtlich der kleinsten Würmchen. 358
64. - - - - - der Medusen. 359
65. - - - - - der Seefedern, nach Spallanzani. 360
66. - - - - - der Nereiden u. dergl. nach Mitchill. 361
67. Vom Leuchten der Conchylien, hauptsächlich der Bohrmuschel. 362
68. Fortsetzung dieser Erfahrungen. 363
69. Vom Leuchten der Seefische: Aufzählung der bis jetzt bekannten. 364
70. Erfahrungen des Hrn. Martin in Schweden. 365
71. Hulme's Versuche mit Heringen und Makrelen. 366

S. 72.

§.	Seite
72. Verhalten derselben in unathmenbaren Luftarten.	367
73. Meine Erfahrungen über das Leuchten einiger Seefische, u. dergl.	368
74. Bemerkungen über meine Erfahrungen.	370
75. Allgemeine Bemerkungen hierüber.	371

ZWEITES KAPITEL.

Vom Leuchten der Thiere des Continent.

76. Was hiezu gerechnet wird, und in welcher Ordnung sie folgen.	373
77. Aufzählung der leuchtenden Würmer und Insekten, samt den Hauptumständen.	373
78. Vom Leuchten der Johanniskäfer besonders.	375
79. Bemerkungen hierüber.	377
80. Vom Leuchten der Flußconchylien.	377
81. Vom Leuchten der Fische des süßen Wassers überhaupts.	378
82. Aufzählung der Fische, womit ich Versuche gemacht habe, samt meiner Verfahrensart.	379
83. Hiemit wurde ein Hecht vollkommen, und ein Schaidfisch schwach leuchtend.	380
84. Ueber das so seltene Leuchten unserer Fische.	380
85. Leuchtende Amphibien.	381
86. Leuchtendes Fleisch vierfüßiger Thiere.	382
87. Das Leuchten menschlicher Leichname.	383
88. Vom Leuchten lebender Menschen und Thiere.	383
89. Fortsetzung hievon.	384
90. Das Leuchten der Katzenaugen näher untersucht.	384

DRITTES KAPITEL.

Uebersicht und Erklärung.

91. Uebersicht.	386
92. Siebenzehn Hauptfolgerungen aus den vorausgeschickten Erfahrungen.	387
93. Erklärung. I. <i>Das thierische Leuchten ist ein Verbrennungsprocess, aber</i>	389
94. <i>ein äußerst schwacher, und kaum bemerkbarer.</i>	390
95. II. <i>Der hiezu nöthige verbrennliche Körper ist der thierische Phosphor in Verbindung mit dem Wasserstoff, und Stickstoff.</i>	391
96. III. <i>Der Phosphor ist im ganzen Thierreich verbreitet, a) im gesäuerten und eng gebundenen Zustand.</i>	392
97 } - - - - b) im minder gebundenen, halbfreien Zustand, nebst einer lehrreichen Tabelle.	395
98 } - - - - c) im reinen, und beynahe freien Zustand.	396
99. Phosphor, der verbrennlichste aller bekannten Stoffe.	397
100. Erklärung obiger Erscheinungen nach dieser Voraussetzung.	397
101. - - - der lebendig leuchtenden Thiere: örtliches	399
102. - - - und periodisches Leuchten.	400
103 bis 106. } Warum die Seethiere jenen des Continent an der Fähigkeit zu leuchten so sehr überlegen sind.	403
IV. <i>Vergleichung der vegetabilischen Phosphoreszenz mit der thierischen.</i>	
110. Aehnlichkeiten beider Erscheinungen.	406
111. Das schwache Verbrennen ist im Pflanzenreich noch merklicher, als im Thierreich.	407
112. Abweichungen beider Erscheinungen.	408
113. Dieselbe Grundursache bey beiden.	409

VIERTES KAPITEL.

Anwendung und Erörterung.

114. Die Meinungen anderer Naturforscher über das thierische Leuchten, und	409
115. über das Leuchten des Meeres.	411
116. Ueber den dreifachen Zustand des Phosphors im Thierreich.	412
117. Eigene Functionen dieses Stoffs in der thierischen Oekonomie.	413
118. Menschenharn, und thierische Knochen bis itzt ausschließlic die Materialien, Stangenphosphor zu gewinnen: glücklicher Wechsel! Vorschlag des Hrn. Fourcroy.	414
119. Kunkels Phosphor mit leuchtenden Fischen verglichen, wenn man ihn in fetten Oelen auflöst.	414
120. Eine Stelle des Aristoteles, und fehlerhafte Leseart derselben.	415
121. Ueber eine Erfahrung in meiner 2ten Abhandlung.	415
122. Ueber das freiwillige Feuerfangen verbrennlicher Substanzen.	416
123. Es giebt nur dreyerley Arten von Phosphoreszenz.	416
Anhang. Des Hrn. Dessaignes Aufsatz über diesen Gegenstand aus dem Journal de Physique.	417

ERSTER ABSCHNITT.

Die Phosphorescenz des Pflanzenreichs.

E i n l e i t u n g.

Die Aufschrift dieses Abschnittes umfaßt so viel, daß ich's für nöthig halte, mich hierüber kürzlich zu erklären. Man will sich dadurch nicht den Anschein geben, als hätte man alle Klassen des unermesslichen Pflanzenreichs der Prüfung unterworfen, um zu erfahren, welche Individuen während der Vegetation oder nach ihrem Absterben eine hieher gehörige Lichterscheinung äußern — ein eben so unnützes als unausführbares Unternehmen — Meine Bemühung gieng eigentlich dahin, die bereits bekannten Erscheinungen näher zu prüfen, und der wahren Ursache derselben nachzuspüren; weiß man diese in Einem Falle bestimmt, so läßt sich die Anwendung auf hundert andere machen, und man kann schon vorhinein angeben, welche Pflanzen, und welche Theile derselben dieser Phosphorescenz fähig sind; hiedurch wird die Arbeit beträchtlich abgekürzt. Da nun alle bisherigen Erfahrungen lehren, daß hauptsächlich das Holz hochstämmiger Bäume während der Verwesung leuchtet, so unterwarf ich dieses ganz vorzüglich der Prüfung; das zufällige Leuchten anderer Vegetabilien konnte hierauf viel kürzer abgehandelt werden, und es war hinreichend, anzuzeigen, wie man es auf die allgemeine Theorie zurückführen könne. Die Phosphorescenz des Holzes macht also den Hauptgegenstand dieses Abschnittes aus.

Wir besitzen hierüber bereits mehrere Aufsätze neuerer Zeiten, wovon ich nur die Namen derjenigen anführen will, welche diesen Gegenstand etwas umständlicher behandelt haben, und zwar nach der Zeitfolge ihrer bekannt gewordenen Schriften:

Bar. v. Meidinger, Schriften der naturf. Freunde von Berlin. 1777. S. 149 u. f.

M. le Sage, Acta Acad. Elect. Erford. auf die Jahre 1778 und 1779, S. 500.

Achard, Nouv. Mem. de l'Acad. Roy. de Berlin für 1783, S. 98.

Spallanzani, in Gren und Gilberts Annalen, 1795, B. I. S. 53 und 209.

Hr. v. Humboldt, chem. Zersetzung des Luftkreises S. 193, 1796.

Tychsen, in v. Crells chem. Annal. 1797, I, 17.

Gärtner, in Scherers Allg. Journal d. Chem. B. III, S. 5, für 1799.

Böckmann, in Scher. Allg. J. d. Ch. B. V, S. 5, für 1800.

Bereits im 17. Jahrhundert beschäftigten sich damit *Fr. Baco de Verul.*, wie seine schönen Bemerkungen, Sylva Sylvar. Cent. IV. zeigen; und *Robert Boyle*, Philos. Transact. 1667. Jan. n° 51, 52..

Nach den Bemühungen so ausgezeichneten Männer dürfte es wohl überflüssig scheinen, diesen Gegenstand noch einmal vorzunehmen. Allein jedermann sieht doch gern mit eigenen Augen, wenn auch nur das, was andere bereits gesehen haben. Da ich nun die verschiedenen Arten der Phosphorescenz zum Gegenstand eigener Untersuchungen gewählt habe: da die Natur unerschöpflich ist, und sich dem späteren Forscher immer neu zeigt: da es mir hauptsächlich um die wahre Ursache dieses merkwürdigen Phänomens zu thun war, so hielt ich's um so mehr für Pflicht, selbst Hand anzulegen, je weniger man ohne eigene Versuche berechtigt ist, auf seine bestimmt ausgesprochene Meinung einiges Gewicht zu legen. Ausserdem stößt man bey der gegenseitigen Vergleichung obiger Aufsätze vielfältig auf beträchtliche Abweichungen, die man sich ohne eigene Erfahrungen nicht wohl erklären kann. Der Erfolg wird zeigen, daß ich meine Arbeit nicht ganz ohne Nutzen unternommen habe.

Alle meine Vorgänger klagten über Mangel an leuchtendem Holze: mußten sparsam damit umgehen, und öfters aus Abgang des nöthigen Materials ihre Versuche ganz abbrechen. Mir stand es immer in beliebiger Menge zu Diensten: ich versah mich mit leuchtender Rinde, mit Stammholz, und vorzüglich mit Wurzeln mehrerer Holzarten von unterschiedlichem Durchmesser: sorgte auch von Zeit zu Zeit für frisches Holz, um nicht fremden Ursachen zuzuschreiben, was etwa nur von der Unschicklichkeit des Holzes herühren konnte. Bey den Versuchen selbst begnügte ich mich nicht mit unbedeutenden Abschnitzeln, sondern brauchte, wo es angien, Spalten von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll in der Breite und Dicke, und von 6 bis 8 Zoll in der Länge. Bey Versuchen im geschlossenem Raume und in verschiedenen Medien betrug dieser Raum immer 40 bis 50 Rheintl. Kubikzoll; denn so viel faßten meine Glasflaschen und Recipienten. Die Beobachtungen wurden beinahe durchgehends zu Nachts in einem ganz finstern Raume gemacht, weil nur zu dieser Zeit das Aug für den geringsten Lichtschimmer empfindlich ist: Versuche bey Tag wurden in meinem finstern Kasten (*Abh. I. §. 6.*) vorgenommen, mit Zuziehung des Normalmarmors, der mir von der Beschaffenheit meines Auges die zuverlässigste Auskunft gab. Hiemit beschäftigte ich mich vorzüglich in den Jahren 1808 bis 1809 zu Ende: auch von Zeit zu Zeit noch späterhin bis zur Bekanntmachung gegenwärtiger Schrift. Vom Erfolge dieser Bemühungen will ich nun Rechenschaft geben. Um den Vortrag kürzer und angenehmer zu machen, führe ich die aus meinen Beobachtungen und Versuchen abgeleiteten Hauptschlüsse als eben so viele Erfahrungssätze mit beygefüigten Erläuterungen an.

Vom Leuchten des Holzes.

ERSTES KAPITEL.

Eigene Erfahrungen und Erfahrungssätze.

§. 1.

I. Das Vermögen, im Finstern zu leuchten, erstreckt sich auf alle Arten des hochstämmigen Holzes ohne Ausnahme.

Bey folgenden Holzarten ist der Satz durch zuverlässige Beobachtungen erwiesen, wovon ich mich von 1808 bis 1815 überzeugt habe; was ich nicht selbst sehen konnte, ergänze ich aus den oben genannten Schriften:

Die Birke, <i>betula</i> ,	Die Tanne, <i>pinus strobus</i> ,
Die Buche, <i>fagus</i> ,	Die Weifstanne, <i>pinus picea</i> ,
Die Eiche, <i>quercus</i> ,	Die Weide, <i>Salix</i> ,
Die Erle, <i>betula alnus</i> ,	Der Nufsbaum, <i>juglans</i> ,
Die Esche, <i>fraxinus</i> , <i>Baco</i> ,	Die Föhre, <i>pinus sylvestris</i> ,
Die Haselnufsstaude, <i>Baco</i> ,	Die Baldrianwurzeln, <i>v. Kortum</i> ,
Der Kastanienbaum, <i>fagus castanea</i> ,	Der Torf aus Moorerde und Gräsern;
<i>Spallanzani</i> ,	<i>Hulme.</i>

Ferner fand ich von demselben Baum das Stammholz, das Innere der Rinde, die Aeste, und die Wurzeln leuchtend. Diefs sind nun freilich, in Vergleich des Gesammten, nur sehr wenige Gattungen; doch läßt sich daraus so viel schliessen, dafs die Eigenschaft zu leuchten weder auf eine bestimmte Holzart, noch auf einen einzelnen Theil des Baumes beschränkt ist. Ich rede hier von einheimischen Hölzern; wohl möglich, dafs sich manche Hölzer der heifsen Erdgürtel etwas anders verhalten, weil doch sehr viel auf das gegenseitige Verhältnifs der wesentlichen Bestandtheile ankömmt, dieses aber vom Boden und vom Klima abhängt. Bey uns möchten wohl die Erlen und Weiden, die Tannen und Föhren den Vorzug haben; jene, weil sie saftreich sind, diese, weil sie mehr Harz enthalten. Unter den Wurzeln leuchteten mir immer die der Tanne, *pinus strobus*, am besten. Will man sich durch die Kunst phosphorisches Holz verschaffen, so thut man gut, solches zur Winter-



Winterzeit vom Stamme zu nehmen. Im Winter gefälltes Holz ist specifisch schwerer, und enthält mehr auflöslche Materie, als wenn es im Sommer gefällt wird; eben so enthalten die Wurzeln der Gesträuche im Winter die grösste Menge von Saft und Nahrungstoff; und hievon hängt grossentheils die Phosphorescenz ab.

§. 2.

II. Die eigentliche Fäulniss ist zur Phosphorescenz des Holzes keine wesentliche Bedingniss, indem das Leuchten viel früher, als die wahre Fäulniss eintritt.

Dieser Satz wird zwar manchem Leser etwas befremdend vorkommen, indem man bisher beinahe allgemein der entgegengesetzten Meinung war, auch immer nur mit faulem Holze die Versuche machte; allein ich habe mich durch eine vieljährige Erfahrung hievon so ganz überzeugt, dass ich für die Richtigkeit des Satzes bürgen kann. Mein Forschen nach leuchtendem Holze führte mich auf die glückliche Entdeckung, dass die dicken Wurzeln (*Pfahlwurzeln*) hochstämmiger Bäume sehr schön leuchten, ungeachtet das Holz im Innern der Wurzeln noch keine Spur von Fäulniss äussert, wie denn überhaupt die Pfahlwurzeln länger als anderes Holz unter der Erde aushalten, und zum Feuern noch gute Dienste machen, selbst wenn sie Jahre lang vom Hauptstamme getrennt unter der Erde zurückbleiben. Als ich zum erstenmal derley Wurzeln erhielt, bemerkte ich das phosphorische Licht nur auf der unter der Rinde liegenden Oberfläche, und ich schrieb's einer schwachen Fäulniss zu, die der pilzartige Geruch anzudeuten schien; nachdem ich sie aber in mehrere Spalten getheilt im Keller hinterlegt hatte, so zeigten sich nach und nach alle Stücke in der frischen Spalte so gut als auf der äussern Fläche leuchtend. Seitdem habe ich beinahe alle Versuche mit derley Holz gemacht, weil es vor dem eigentlich faulen wesentliche Vortheile gewährt. Da es noch grösstentheils seine ursprüngliche Cohäsion und Festigkeit besitzt, so kann man daraus Spalten von beliebiger Länge, Dicke und Gestalt schneiden: es schliesst, in Vergleich des wirklich faulen, schwammigen Stammholzes, nur wenig Luft in sich ein, und gewährt daher in Gasarten und tropfbaren Flüssigkeiten zuverlässigere Versuche, wird auch vom Wasser u. dergl. nicht so leicht durchdrungen: man kann es, wie wir sogleich sehen werden, zu ferneren Versuchen lange Zeit aufbewahren u. s. f.

Eine frühere Beobachtung vom Leuchten des nicht faulen Holzes finde ich in den *Actis physico-medice Nat. Curios.* (Vol. V, pag. 482), wo Dr. Albrecht meldet, er habe im November 1735 bey kalter Witterung zu Nachts unter seinem Holzvorrath leuchtendes Tannenholz bemerkt, das noch nicht faul war. Das Licht zeigte sich zwar am schönsten unter der Rinde, aber hier und dort auch auf der Oberfläche solcher Scheiter, welche aus dem Innern des Hauptstamms gehauen worden.

§. 3.

Wer meine Erfahrung benutzt, dem wird es nie an leuchtendem Holz fehlen. In Gegenden, wo der Holzangel nicht drückend ist, bleibt beym Fällen der Bäume der sogenannte

genannte Stock oder Wurzelstrunk manchmal Jahr und Tag in der Erde zurück. Die tiefgesenkten Pfahl- und Seitenwurzeln, mit Erdreich wohl bedeckt, behalten ihren Saft lange Zeit, und streben nach einer neuen Vegetation, die manchmal wirklich wieder beginnt, im widrigen Falle aber nur allmählig abstirbt. Trennt man solche Wurzeln späterhin vom Stamme, hinterlegt man sie zu Haus im Keller, oder einem feuchten Behältniß, und sorgt man für mässige Befeuchtung, so werden sie unter der Rinde bald zu leuchten anfangen, und lange damit fortfahren; die meinigen waren grösstentheils von der Weifs- und Rothtanne, und von der Eiche. Schon Baco de Verul. sagt sehr passend: *Radices et Corpora splendent, sed ut radicibus sit praerogativa luminis. Sylva Sylv. Cent. IV, n° 552.*

Ich habe so eben dicke Wurzeln einer Eiche vor mir liegen, die von ihrer Rinde entblößt auf der ganzen Oberfläche schön leuchten, ungeachtet das Holz noch sehr gesund aussieht; nur der Bast scheint, dem Geruche nach zu urtheilen, bereits in Verwesung überzugehen; allein das Licht erscheint erst dann am schönsten, wenn ich den Bast von der Faser losmache. Eben so beobachtete ich leuchtende Rinde von gesunden Aesten: sie war auf der inneren Fläche, wo sie leuchtete, weisslicht und schimmelig, verbreitete auch einen merklichen Geruch.

§. 4.

Der ganze Prozeß vom Entstehen bis zum Verschwinden der Phosphorescenz beobachtet bey schlagbaren Bäumen nach meiner Erfahrung folgenden Gang:

a) So lang der hochstämmige Baum gesund, und im Genuss der regelmässigen Vegetation da steht, wird kein Theil von ihm leuchten; fällt man aber den hohen Stamm, und lässt man den Strunk samt den Wurzeln in der Erde zurück; so kömmt's darauf an, ob neue Sprösslinge austreiben, oder ob die Reproductionskraft zu schwach ist, und in diesem Kampfe unterliegt. Tritt der letztere Fall ein, so wird der Kreislauf der Säfte gehemmt, es entsteht Stockung, Verdichtung, langsame Zersetzung derselben, Beginnen der Phosphorescenz. Hebt man jetzt den Stock samt den Wurzeln aus, und trennt diese von jenem, so sind sie ganz zum Leuchten vorbereitet, das sich auch bey mässiger Feuchtigkeit und Temperatur bald einstellen wird, wenn anders das Ausnehmen des Stockes nicht zu frühzeitig geschah; denn die Auflösung und Zersetzung muss bereits unter der Erde angefangen haben. Vielfältig ereignet sich's, dass nach vorgenommener Fällung des Baums auch die Hauptwurzeln vom Strunk abgehauen, dieser als ein gutes Brennholz ausgehoben, jene aber unter der Erde zurückgelassen werden. Solche ganz isolirte Wurzeln gehen unter der feuchten Erde nach und nach in Verwesung über; und sie fangen auch schon unter der Erde zu leuchten an; wenigstens fand ich viele derselben am nämlichen Tage leuchtend, als sie ausgegraben, und im Dunklen untersucht wurden. Ich verschafte mir hievon einen beträchtlichen Vorrath, der so schön leuchtete, dass ich eine neue Reihe von Versuchen damit unternahm, zum Theil in der Absicht, meine frühern zu bestätigen. An den dicken Wurzeln war das Holz noch ziemlich gesund, obwohl sie bereits vier Jahre lang zum Verwesen Zeit hatten; äusserlich aber war die Holzfasern bereits locker und leicht zertheilbar; hier leuchteten sie auch



auch am schönsten. War dieses Licht nach mehreren Tagen verschwunden, so schnitt ich die äussere Schichte weg, befeuchtete die neue Oberfläche mässig, und nun trat die zweite Leuchtperiode ein. Hiemit kann man öfters fortfahren, und Monate lang Versuche machen. Diefs ist im Allgemeinen die Geschichte leuchtender Wurzeln, und das Verfahren, ihr Leuchten zu verlängern; das übrige lehrt die Erfahrung.

Will man sich durch die Kunst leuchtende *Baumäste* verschaffen, so ahme man die Natur nach. Man wähle dergleichen von einem gesunden, noch vegetirenden Baum, befreie sie von den dünnern Auswüchsen, vergrabe sie *samt der Rinde* in mässig feuchtes Erdreich, und warte so lang ab, bis sich an ihnen ein Anfang von Verwesung zeigt, was man schon an der Rinde erkennt. Unter dieser werden sie auch zu leuchten anfangen. Äeste und Wurzeln stehen beim Baum in gleichen Verhältnissen, und fordern auch gleiche Behandlung.

§. 5.

Man findet zuweilen in Obstgärten und Waldungen verfaulte Stumpfe hochstämmiger Bäume, welche durch ihre ganze Masse sehr schön leuchten. Diefs ist vermuthlich die älteste, vom Landmann zuerst gemachte Beobachtung des leuchtenden Holzes, die auch zu der irrigen Meinung Anlaß gab, daß nur zu so einem hohen Grad von Fäulniß vorgerücktes Holz zum Leuchten tauglich sey, obwohl es eigentlich die letzte Periode, und das Ende der freiwilligen Phosphorescenz ist. Uebrigens weiß jedermann, wie schwer es hält, so einen leuchtenden Stumpf aufzufinden. In grossen Waldungen, und in Schlägen von verschiedenen Jahrgängen entdeckt man unter hunderten nicht einen. All mein Nachforschen in der waldreichen Gegend um Regensburg, alle Bestellungen bey Förstern, Jägern und Landleuten waren vergebens, weil ich mit der Haushaltung der Natur noch zu wenig bekannt war. Endlich lieferte mir der Zufall, auf einer Reise durch Oberbayern, so einen Strunk in die Hände. Es war ein Nufsbaumstock von hohem Alter, anderthalb Fufs im Durchmesser, von Regen und Sonne gebleicht, durchaus morsch und zerreiblich, kurz! am Ende seiner Verwesung.

Der Glanz und das Farbenspiel dieses Holzes übertraf alles, was ich von dieser Art je gesehen hatte. Ich liefs einen Korb voll hievon in mein Wohnzimmer bringen, zerstückelte es mit der Hand in kleine Spalten, und belegte den ganzen Fußboden damit unter mancherley Formen und Verzierungen. Sobald das Licht weggeschafft war, lag alles im hellsten Schimmer, gleich Diamanten und Smaragden, vor mir da; denn-jedes Stück leuchtete bis auf die kleinste Faser. Tags darauf nahm ich einen kleinen Vorrath mit mir nach Regensburg; fand aber, daß es unterwegs durch Austrocknen seine Leuchtkraft größtentheils verloren hatte. Durch Anfeuchten stellte ich's zwar einigermaßen her, allein nach drey Tagen war alles Licht auf immer verlöschen; ein Umstand, den man nicht übersehen muß.

§. 6.

Bey diesem Phänomen sind drey Fragen zu beantworten: a) *Warum kömmt es so selten vor?* b) *Warum zeichnet es sich durch so ein vorzüglich schönes Farbenlicht aus?* c) *Warum ist's von so kurzer Dauer?*

a) Die Seltenheit läßt vermuthen, daß hiezu besondere Umstände eintreten müssen, die sich nur selten vereinigt vorfinden. Vielleicht ist nicht jede Holzart einer so schönen Phosphorescenz fähig; weil sich's doch nicht läugnen läßt, daß beim Leuchten vieles auf das Subjekt ankömmt. Der zweite mehr gegründete Verdacht fällt auf den unordentlichen Wechsel der Witterung in unseren Gegenden. Ein mit seinen Wurzeln noch verbundener, zum Theil über der Erde hervorragender Stumpf ist allen Veränderungen von Hitze und Kälte, von Regen und Sonnenschein, von Stürmen und Gewittern ausgesetzt, was manchmal an einem Tage öfters wechseln kann: Lauter Umstände, die den regelmässigen Gang der Zersetzung ändern und hindern. Selbst das bestens leuchtende Holz würde dadurch zerstört, um wie viel weniger kann nichtleuchtendes dazu vorbereitet werden? —

Allein die wahre Ursache der Seltenheit liegt darin, *daß so ein Stock nie von aussen zu faulen anfängt, sondern im Innern*; es werden aber gar viele Jahre erfordert, bis sich die Verwesung durch die ganze Masse verbreitet, und nur selten trifft einen Stumpf das glückliche Loos, so lang unangetastet auf seinem Platze gedultet zu werden. Wurzeln und Strunk nehmen bey ihrer Verwesung gerade den entgegengesetzten Weg. Die Wurzel mit feuchtem Erdreich umgeben, und gegen den täglichen Wechsel der Witterung geschützt, fängt unter der Rinde zu verwesen, und langsam einwärts zu faulen an. Erst wenn diese Fäulnis weiter vorrückt, verbreitet sie sich auf den Stamm, wobey besonders die Pfahlwurzel auf das Herz des Stumpfes wirkt. Hier beginnt also die Verwesung im Innern, und schreitet nach Außen vor. Daß hiezu so viele Jahre verstreichen müssen, kömmt vom Wechsel der Witterung, und besonders von der Sommerwärme und dem Luftzug her. Ganz unter der Erde würde der Proceß viel früher zu Ende seyn. Wer sich daher einen leuchtenden Stumpf verschaffen will, der wähle in Waldungen immer die ältesten, solche nämlich, an denen sich bereits Spuren von Fäulnis zeigen; wenn sie auch auswärts nicht leuchten, so werden sie ausgegraben im Innern zuverlässig, und zwar sehr schön phosphoresciren — Ein zweites Mittel, sich freiwillig leuchtendes Holz zu verschaffen. — Hiemit ist die erste Frage beantwortet; die übrigen sind es viel leichter.

b) Hat so ein Stock aller Hindernisse ungeachtet, durch einen glücklichen Zufall seine letzte Periode wirklich erreicht, so muß er allerdings ungemein schön leuchten, weil die ganze, beträchlich große Masse von einer reichlichen Lichtentwicklung, so wie von Verwesung und Fäulnis durchdrungen ist; da hingegen bey leuchtenden Wurzeln die beiden Prozesse nur langsam, ja beinahe unmerklich vor sich gehen, und nur allmählig von der Oberfläche in's Innere eingreifen. Ueber das Farbenlicht will ich hier nicht verweilen; ich habe hierüber in meiner 2ten Abhandlung mehr beigebracht, als man sonst irgendwo zusammengestellt findet (a. a. O. §. 126 bis 154). Ein Körper, der mit dem Tageslicht verglichen



glichen zwar schwach, aber gegen andere Phosphorn gehalten auffallend stark leuchtet, muß nothwendig Strahlen von mancherley Farben ausströmen. Hr. Achard führt in seiner Abhandlung über das Leuchten des faulen Holzes zwey Umstände als merkwürdig an: *dass das Licht seines Holzes nicht durch gefärbte Gläser drang, und durch's Glas-Prisma sich nicht in Farben zerlegen liefs* *); ein Beweis, daß es, wie gewöhnlich, sehr schwach war. Ein ganz leuchtender Stumpf, wie der von meinem Nufsbaume, würde beide Schwierigkeiten gehoben haben.

c) Daß kleinere Bruchstücke von der ganzen Masse getrennt viel früher verlöschen, als leuchtende Wurzeln, kömmt daher, weil sie isolirt bald vertrocknen, hauptsächlich aber, weil sie in ihrer Lichtperiode schon zu weit vorgerückt, und damit beinahe zu Ende sind: weil sich der Leuchtstoff nicht blos aus der Oberfläche, sondern auch aus dem Innern gleichzeitig und reichlich entwickelt, hiemit, wie beim Verbrennen, die Intensität auf Kosten der Dauer wächst: weil endlich Holz seines Leuchtstoffs einmal beraubt, durch unser Zuthun auf keine Art mehr damit versehen, und neuerdings zum Leuchten kann gebracht werden.

§. 7.

Außer den Wurzeln und dem Stumpfe giebt es noch eine Art des freiwillig leuchtenden Holzes, das hier seine Erklärung erwartet; ich meine: Teicheln von Wasserleitungen, Brunnenröhren der Pumpwerke, Brückenpfeiler, Gestadpflocke, Grubenholz in den Stollen, u. dergl.

Solche Stämme harren viele Jahre lang unter der Erde, oder im Wasser aus: stehen immer entweder mit der innern oder äußern Fläche, oder beiderseits mit Wasser in Berührung, und größtentheils außer aller Verbindung mit der freien Luft, überhaupts in einem sehr widernatürlichen Zustande. Nur wenn sie durch Fäulnis zu ihrer Bestimmung unbrauchbar werden, kommen sie wieder an's Tageslicht, wo sich's denn unter hundert Fällen einmal ereignet, daß hier und dort ein Theil des Ganzen leuchtet.

Ich hatte vor kurzem Gelegenheit, mehrere Teicheln, die unter meinen Augen aus der Erde gehoben wurden, zu untersuchen. Sie waren größtentheils in der Fäulnis schon so weit vorgerückt, daß sie auf der Aussenfläche der schwarzen Mohrerde glichen, und mit der Hand konnten zerstückelt werden. Keine aus allen leuchtete zu Nachts, weder aus- noch inwendig; auch nachdem sie einige Tage hindurch in freier Luft, und im Schatten gelegen hatten, stellte sich kein Licht ein; nur konnte ich mit Mühe hier und dort einen hellen Punkt entdecken. Derley Holz ist der Regel nach zum Phosphoresciren das untauglichste aus allen. Wasserteicheln z. B. werden inwendig stets vom Wasser bespült, und sind auswendig mit feuchter, zuletzt wohl mit ganz durchnässter Erde umgeben; dadurch werden sie ausgelaugt, ihres Extractivstoffs, und anderer im Wasser auflöslichen

*) Cette lumière ne peut passer par des milieux diaphanes colorés; ce qui est fort singulier et difficile à expliquer, etc. a. a. O.

lichen Bestandtheile, hiemit auch des Leuchtstoffs beraubt, wie ich im 2ten Kap. umständlicher darthun werde. Dasselbe gilt von den übrigen, so eben genannten Holzarten. Nur wenn solche Stämme sehr dick sind, und weder das Wasser, noch die Fäulnis bis in's Innerste dringen kann, ist's möglich, daß beim Zutritt der freien Luft, nach Wegschaffung der vermoderten Schichten, und vorzüglich durch Spaltung, das tiefer liegende Holz hier und dort zum Leuchten kömmt. Meines Erachtens soll man aber mit dergleichen Holz nie wissenschaftliche Versuche machen, um etwa eine Theorie darauf zu gründen; denn hiezu ist es platterdings untauglich und trügend.

§. 8.

Hier haben wir also in Rücksicht der Phosphorescenz fünferley Zustände des Holzes:

- a) Gesundes, noch vegetirendes Holz leuchtet nicht *).
- b) Die vom Strunk getrennten, noch eine Zeitlang unter der Erde liegenden, und der Verwesung sich langsam nähernden Wurzeln leuchten zuverlässig, sobald sie aus der Erde gehoben werden. *Natürliche, zuerst eintretende Phosphorescenz.*
- c) Die nach der Fällung des Hauptstamms mit dem Strunk noch verbundenen, und in der Erde zurückbleibenden Wurzeln, nach Jahr und Tag ausgenommen, leuchten gleichfalls früher oder später, mittelst einer schicklichen Behandlung. *Natürliche, später eintretende Phosphorescenz.*
- d) Der ganze, in der Erde hinterlassene Wurzelstrunk kann nach Verlauf sehr vieler Jahre nicht minder phosphorisch werden, was aber gar sehr von Nebenumständen abhängt, und viele Jahre fordert. *Natürliche, aber zufällige und unbestimmte Phosphorescenz.*
- e) Vom Wasser lang bespieltes, und zugleich unter nassem Erdreich, oder gar im Wasser moderndes Holz kann sparsam, und nur höchst selten im Freien noch leuchten. *Die zufälligste und unbestimmteste Phosphorescenz.*

§. 9.

Um die Geschichte der vegetabilischen Phosphorescenz zu vollenden, muß ich noch anführen, welchen Veränderungen das Holz während seiner lange anhaltenden Lichtperiode unterworfen ist, wobey ich erinnere, daß hier nur von solchen Wurzeln die Rede ist, die aus der Erde genommen, noch gesund aussahen, stets in einem mäßig feuchten und temperirten Keller liegen blieben, von Zeit zu Zeit schwach befeuchtet, und so ihrer Phosphorescenz überlassen wurden; denn mein Zweck war, den ordentlichen Gang der Natur zu beobachten, was nur bey Holz von solcher Beschaffenheit geschehen konnte.

Andert-

*) Nullum comperti splendoris lignum est, si vivum cedatur, sed quod germinans vitium sentire coepit in radicibus et caudice. *Baco de Ver.* Streicht man das Wort *germinans* weg, so ist die Behauptung wahr; denn auch gesundes Stammholz kann man durch Vergraben leuchtend machen,

Anderthalb Fuß lange, und ein bis zwey Zoll dicke Spalten von starken Tannenwurzeln sind nach Verlauf von drey Monaten sehr ring, durchaus trocken, ohne merklichen Holzgeruch, von gelblicher in's Rothe spielender Farbe, von geringer Cohäsion, die Fasern nicht nur leicht trennbar, sondern auch zerbrechlich, doch nicht in Staub zerreiblich (was nur von der Rinde gilt); vielmehr bleiben, beim Zerstückeln mit der Hand, immer Partien von Fasern, gleich den Muskeln des thierischen Fleisches, beisammen (etwa Jahrgänge?). Der Bast ist schneeweiß: die Flächen zwischen den angrenzenden Jahrgängen sind etwas glänzend: das in den Wurzeln vorhandene Harz hat alles Klebrige verloren, ist zwischen den Fingern zerreiblich, und zeichnet sich durch den eigenthümlichen Harzgeruch kaum mehr bemerkbar aus. In wurmstichigen Höhlungen befindet sich eine zwischen den Fingern zu sehr feinem Staub zerreibliche Substanz, gleich dem vertrocknetem Mark.

§. 10.

Wasser, in welchem sechs solche Spalten 48 Stunden lang, bey 14° R., gelegen hatten, erhielt eine sehr schöne, weingelbe Farbe, war durchaus ungetrübt, roch merklich, und färbte Lacmus-Tinctur, nach Verschiedenheit der Sättigung, ziemlich schnell, vom Schwachröthlichten bis in's Dunkelrothe; Lacmus-Pulver unmittelbar auf solches Wasser gestreut, machte noch eine stärkere, und wie ich glaube, reinere Wirkung. Gesunde, sehr trockene Holzspalten auf gleiche Art 60 St. lang in Wasser gelegt, färbten das Wasser beinahe gar nicht, und wirkten auch auf die Lacmus-Tinctur kaum bemerkbar *). Wir sehen hieraus wenigstens so viel, daß altes, ausgeleuchtetes Holz leichter zersetzbar ist, als gesundes, frisches. Die starke Röthung des Lacmus ist vermuthlich eine Wirkung der Kohlen- und Essigsäure, die Weinfarbe und der Geruch aber Wirkung des Extractiv- und Färbestoffs, auch anderer im Wasser auflöslichen Bestandtheile. Ich machte den Versuch ein zweitesmal mit noch mehr Wurzeln, die ich so lang unter Wasser liefs, bis dieses eine braune Farbe erhielt; damit wurde gesundes, nicht leuchtendes Holz benetzt, in der Absicht, es zur Phosphorescenz tauglich zu machen; allein der Erfolg entsprach der Erwartung nicht; wie man leicht vorsehen konnte.

Mittelst der trocknen Destillation erhielt ich aus derley Holz wenig Kohlen-Wasserstoffgas, nur einige Tropfen brenzliches Oel, Essigsäure wie sonst.

Aus dem von §. 2. bis hierher beigebrachten folgt:

a) Daß bey dem Holz die Phosphorescenz zwar früher eintritt, als die Fäulniß, daß sie aber auch während der Fäulniß noch fortdauert. Dadurch unterscheidet sie sich merklich von der thierischen Phosphorescenz, welche nie so lang aushält:

b) Daß sie nur bey so einem Holz einen regulären Gang nimmt, welches unter der Erde abzusterben anfängt, und dann erst aus der Erde genommen in's Freie kömmt. Es ist mir kein anderes Verfahren bekannt, Stammholz leuchtend zu machen, als, selbes eine
Zeit

*) Nimmt man Sägespäne (Sägemehl) statt ganzen Spalten, so erhält man kräftigere Extracte; allein ich wollte das Holz so prüfen, wie es von der Natur gestaltet und umgestaltet worden.

Zeit lang zu vergraben; oder bis zur eintretenden Verwesung in mässiger Feuchtigkeit zu erhalten, und vor dem Luftzug zu schützen.

c) Dafs das Holz während der Phosphorescenz einen Theil seiner Kohlensäure und seines Wasserstoffs, vorzüglich aber diejenigen Bestandtheile verliert, welche das empyreumatische Oel liefern, und das Band der Holzfasern ausmachen, also den Schleim, das Gluten, das Verbrennliche des Harzes und des Gummi.

Was noch in der Pflanze zurückbleibt, befindet sich in schwacher Verbindung, indem kaltes Wasser den Farbestoff, die Essigsäure u. dergl. ausziehen vermag.

§. 11.

III. Ein gewisser Grad von Feuchtigkeit und Hemmung des freien Luftzuges, wird zum Leuchten schlechterdings erfordert.

Die Beweise liefert wiederum die Erfahrung, aus welcher folgende Thatfachen hervorgehen:

a) Alles leuchtende Holz ist feucht anzufühlen; und nie wird man ganz trockenes leuchten sehen.

b) In dem Verhältnifs, als es seine Feuchtigkeit verliert, nimmt es auch an Licht ab. Hat es ganz zu leuchten aufgehört, so kann man ihm durch mässiges Benetzen mit frischem Wasser, und durch Verhüllen in Papier oder Leinwand, die verlorne Phosphorescenz wieder geben.

c) Gut leuchtendes Holz verliert im Sonnenschein seine Leuchtkraft sehr bald, und zwar desto früher, je dünner die Spalten sind. Bringt man's in den Keller zurück und befeuchtet es, so wird sich's nach einigen Stunden wieder erholen.

d) Hüllt man derley Holz in feuchtes Löschpapier ein, so kann es bey einer Temperatur von 8 bis 10 Gr. R. vierzehn Tage zu leuchten fortfahren; wird es hingegen frey aufgehangen und einem Luftzug ausgesetzt, so verliert es schon nach zwey bis drey Tagen allen Glanz, je nachdem der Luftzug stark ist.

e) Schneidet man von einem verloschenen Holzspalten die trockene Aussenfläche weg, so wird das Innere zu leuchten anfangen, besonders wenn man es befeuchtet.

f) Endlich wird der freiwillige Lichtproceß beym Holz immer unter der Erde eingeleitet.

§. 12.

Die Ursache hievon ist sehr einleuchtend. Die dem Holz von aussen mitgetheilte Feuchtigkeit bringt eine doppelte Wirkung hervor. Es löset die etwa vertrockneten und verdichteten Holzsaft wieder auf, und es unterhält zugleich eine schwache Gährung, mithin den zum Leuchten nöthigen Auflösungsproceß; Hemmung des Luftzuges hindert die zu schnelle Ausdünstung.

Ueber-

Ueberhaupts muß man beim Holz zwischen *natürlicher* und *künstlicher* Feuchtigkeit wohl unterscheiden; jene hat es seinen eigenen Säften zu verdanken, diese erhält es durch Regen, Wässern, u. dergl., giebt sie aber, wie jeder hygroskopische Körper, durch Luftzug und Wärme ohne Mühe wieder ab; die natürliche Feuchtigkeit hingegen kann man dem Holz durch solche Zwangsmittel eben so wenig, als dem Salz sein Krystallisationswasser benehmen. Nur der wässerige Antheil verdunstet, die übrigen Bestandtheile der Säfte werden verdichtet, und wenn ich so sagen darf, krystallisirt. Den Beweis hievon finden wir täglich in unserer Hauswirthschaft. Soll das Holz zur Feuerung gehörig dienen, so muß es im Winter gefällt werden (hier zu Land gewöhnlich im Februar), bevor es wieder zu treiben anfängt; dann bleibt es zu Scheitern gespaltet und aufgeschlichtet, einen Theil des Sommers im Freien, um gehörig auszutrocknen. Solches Holz kann durch Nebel und Regen ganz nafs werden: in der Nachbarschaft der Flüsse schwemmt man's sogar viele Meilen weiter, um es an Ort und Stelle zu bringen; und dennoch liefert es nach einigen Tagen wieder das beste Brennmaterial; da hingegen Holz, im Sommer, und im vollen Saft gefällt, selbst von aller äußeren Nässe geschützt, im Ofen dampft, siedet, und schlecht brennt. So groß ist der Unterschied zwischen natürlicher und künstlicher Feuchtigkeit.

§. 13.

Hieraus folgt zugleich, daß Holz auf zweierley Art zum Leuchten unfähig werden kann, nämlich *vorübergehend* und *bleibend* unfähig: ersteres, wenn es noch alle seine Bestandtheile enthält, und außer der wässerigten Feuchtigkeit nichts verlohren hat, die man ihm durch mäßiges Wässern oder Befeuchten wieder geben kann: letzteres, wenn es durch anhaltendes Leuchten, oder durch zu weit vorgeschrittene Fäulnis, oder endlich durch Auslaugen in heißem Wasser bereits diejenigen Bestandtheile verlohren hat, mit denen der Leuchtstoff, was er immer ist, in Verbindung steht und entweicht. Beides bestätigt sich durch Versuche: Bey meinen zur gehörigen Zeit frisch aus der Erde gehobenen, dicken Wurzeln kann ich das Leuchten monatelang verlängern. Die gleich anfangs ausbrechende Phosphorescenz haben sie dem unter der Erde vorgegangenen Proceß zu verdanken. Ist die erste, freiwillige Lichtperiode zu Ende, so befeuchte ich sie mäßig, und dann fangen sie gewöhnlich zum zweitenmal an zu leuchten. Wirkt dieses Mittel nicht mehr, so schneide ich die ausgeleuchtete Schichte weg, benetze die frische Oberfläche, und nun stellt sich das Licht wieder ein. Hierauf spalte ich sie, und lege sie wohl zwölf Stunden lang in temperirtes Quellenwasser; dadurch werden sie neuerdings zum Leuchten vorbereitet, das sich aber erst nach 24 Stunden, oder noch später einstellt. Hiemit kann man so lange fortfahren, als die Wurzeln noch Spalten zu neuem Leuchtholz geben. Das Einhüllen in Löschpapier begünstiget diesen Proceß.

Um zu erfahren, wie lang ohngefähr das Holz sich zu spätern Versuchen aufbewahren lasse, verschafte ich mir dicke Wurzeln einer längst gefällten Tanne, *pinus strobus*. Sie waren von der Art § 8. b, und schon merklich in der Verwesung begriffen, wenigstens an der Aussenfläche. Den 12. October wurden sie ausgegraben, von der Rinde befreit, und

theils

theils im Ganzen, theils gespaltet, im Keller ihrer natürlichen Phosphorescenz überlassen, die bey einigen früher, bey andern später, im Mittel nach 10 bis 12 Tagen auslief. So blieben sie unverrückt bis auf den 10. Januar des folgenden Jahres, wo ich sie 24 Stunden lang in Wasser von 14 Gr. Temperatur legte, hierauf mit Löschpapier trocknete, spaltete, und wieder in den Keller zurückbrachte. Am 12. Abends zeigte sich bereits wieder ein Stück leuchtend, am 15. noch zwey andere; allein mehrere davon blieben für immer dunkel. Ich konnte also Holz nach neunzig Tagen wieder leuchtend machen, ohne es durch Verhüllen mit Papier zu unterstützen. Immer ein merkwürdiger Fall. —

§. 14.

Allein gleichwie mässige Feuchtigkeit der Phosphorescenz des Holzes zuträglich ist, so kann man sie durch Uebermafs von Nässe auch zerstören. Gut leuchtendes Holz, das in freier Luft acht Tage aushält, wird unter Wasser schon nach 24 Stunden verlöschen. Nimmt man's jetzt heraus, so kann es sich allmählig wieder erholen; bleibt es aber mehrere Tage lang unter Wasser, und ist's nicht einige Zoll dick, so hat es seine Leuchtkraft auf immer verlohren. So wird man auch bemerken, dafs die hölzernen Wasserteicheln nie inwendig leuchten, wo sie stets mit Wasser in Berührung standen, sondern nur auf der mit feuchtem Erdreich bedeckten Aussenfläche. Die Ursache hievon ist leicht anzugeben; durch Wasser wird das Holz einigermassen ausgelaugt, manche Bestandtheile werden ausgezogen, andere verdünnt und verändert, hiemit die Leuchtkraft, so tief als das Wasser eindringen kann, zerstört; je lockerer also das Holz, desto leichter ist es durch Nässe zerstörbar für die Phosphorescenz. Nimmt man an, dafs sich leuchtendes Holz in einer Art von Gährung befindet, so ist's wieder begreiflich, dafs Wasser in Uebermafs diesen Procefs hemmen mufs. Hieraus erklärt sich der unbestimmte Ausdruck, den man hier und dort liest: „Durch Austrocknen kann man dem Holz die Eigenschaft zu leuchten nehmen, durch Anfeuchten „wieder geben“. Auch wird hiemit der Vorrath an leuchtenden Wurzeln, und der Mangel an derley Stammholz und Stöcken begreiflich. Und so ist auch der dritte Erfahrungssatz umständlich erläutert.

§. 15.

IV. Diese Phosphorescenz hält sich an keinen bestimmten Grad der Temperatur. Sie kann, wenn sie bereits angefangen hat, vom Gefrierpunkt des Wassers bis nahe zum Siedpunkt aushalten.

Es ist zwar schwer, die Grenzlinien genau zu ziehen, unter und über denen das Licht des Holzes verschwindet, indem es gar sehr von der guten Beschaffenheit des Materials, so wie des Mediums abhängt; doch hoffe ich für gutes Holz, in gemeiner Luft, diese Grenzen auf folgende Art berichtigt zu haben.

Im Monat Juny 1809 brachte ich vier starke, Tags vorher aus der Erde genommene, und gut leuchtende Wurzeln der Tanne, in einen Eiskeller, und legte sie unmittelbar auf
das

das mit Schnee vermengte Eis so, daß die leuchtende Seite abwärts gekehrt war. Da das Eis in den Sommermonaten unaufhörlich, obgleich unmerklich, schmolz, so war ich versichert, daß mein Holz nach und nach durch seine ganze Masse die Temperatur des aufthauenden Eises annehmen und beibehalten würde. — Zehn Uhr Nachts wurde täglich nachgesehen. — Die Phosphorescenz gieng gut vor sich, nur war das Licht etwas schwächer, als in einem temperirten Keller. Nach Verlauf von fünfzehn Nächten leuchteten noch zwey von obigen vier Wurzeln sehr deutlich; ohne Zweifel haben sie noch länger ausgehalten; worüber ich mich nicht weiter bekümmerte, zufrieden meinen Zweck erreicht zu haben. Holz also, welches sonst gut leuchtet, setzt dieses Leuchten bey einer gleichförmigen Temperatur von 0°R. länger, nur nicht mit derselben Helle, fort, als es in einem Keller von 10 bis 12 Gr. R. zu geschehen pflegt. Bey welcher Temperatur aber die Phosphorescenz eigentlich verschwindet, läßt sich darum nicht genau bestimmen, weil das Holz, besonders etwas dicke Spalten, die Temperatur des umgebenden Mittels nur nach und nach annehmen. Daher kam es, daß meine Wurzeln in Winternächten selbst bey einer Kälte von -10°R. noch eine Zeitlang aushielten. Ich werde mich nicht irren, wenn ich annehme, das Holz höre zu leuchten auf, wenn es durchaus gefroren ist, was zwischen -2° bis -4° fallen dürfte. Robert Boyle, und neuerlich Hulme prüften es in künstlicher Kälte; allein ich finde dabey keinen Vortheil; letzterer fand nur so viel, daß es mit einer kalten Mischung umgeben, endlich zu leuchten aufhörte, und bey $+62$ Fahr. wieder anfieng, was offenbar unrichtig ist; denn es erholt sich wieder, sobald es aufthauet, wozu aber Zeit erfordert wird, während welcher das umgebende Mittel schon merklich warmer ist.

§. 16.

Um die zu höchst liegende Grenze auszumitteln, verfuhr ich so: Eine 10 Zoll lange, anderthalb Zoll breite, und einen halben Zoll dicke, durch und durch leuchtende Holzspalte schnitt ich auf der flachen Seite so weit aus, daß ein Thermometer ohne Scala hineinpaßte: die Thermometerkugel wurde gleichfalls mit leuchtendem Holz bedeckt, und das Ganze auf die Platte eines eisernen Ofens gelegt, der langsam erhitzt wurde. Der Versuch dauerte anderthalb Stunden; denn so lang hielt das Licht des Holzes bis zum gänzlichen Verlöschen aus. Während der ersten Stunde konnte ich keine merkliche Schwächung wahrnehmen; hierauf leuchtete es immer schwächer, endlich verlosch es ganz. Ueber eine Stunde lang erhielt ich die Temperatur ziemlich gleichförmig nahe am Siedpunkt des Wassers. Das verloschene und ganz trockene Holz wurde hierauf eine Zeitlang in kaltes Wasser gelegt, und dann in den Keller gebracht, wo ich's den folgenden Abend wieder leuchtend fand; und so hielt es neuerdings 14 Tage an; es wurde aber von Zeit zu Zeit ein wenig befeuchtet. Das anderthalb Stunden fortdauernde Leuchten in einer so beträchtlichen Hitze erklärt sich aus der Gröfse der Holzspalte, und aus der Güte seiner vorläufigen Phosphorescenz; es gehörte nämlich Zeit dazu, so ein Stück durch und durch auszutrocknen; eine dünne, unbeträchtliche, bereits faule Spalte würde ohnfehlbar nach wenigen Minuten unsichtbar geworden seyn.

Daß

Dafs man den Temperaturgrad des verlöschenden Holzes nicht durch warmes oder heifses Wasser bestimmen kann, liegt am Tage. Da schon Wasser von 10 bis 12 Gr. die Kraft besitzt, das Holz langsam auszulaugen und ihm den Leuchtstoff zu entziehen, so mufs diefs bey heifsem, oder gar siedendem Wasser, und bey kleinen Splintern schnell und beinahe augenblicklich geschehen, besonders wenn das Holz sehr locker und faul ist. Hiemit findet man aber nicht, was man sucht. Doch sind diese Versuche in einer andern Hinsicht lehrreich. Durch heifses Wasser getödtetes Holz hat seine Leuchtkraft auf immer verloren, das mit trockener Wärme behandelte nicht; wie wir so eben sahen. Von der Sonnenwärme gilt dasselbe. Erhitzen und Austrocknen schadet also dem wirklichen Leuchten: mässige Feuchtigkeit und niedrige Temperatur verlängert es; daher die günstige Einwirkung des unmerklich aufthauenden Eises in obigem Fall. Uebrigens hielt mir gut leuchtendes Holz in frischem Wasser immer einen, manchmal wohl zwey Tage aus; so wie ich die Hitze des Wassers bis 65 Gr. R. erhöhen mufste, um grofse und consistente Spalten schnell ihres Lichts zu berauben.

§. 17.

V. Das Licht des phosphorescirenden Holzes wird nicht aus der Faser, sondern aus den Säften entwickelt.

Dieser Satz geht als eine natürliche Folge aus dem bisher beigebrachten hervor, und die Beweise desselben liegen in den verschiedenen Wirkungen der Feuchtigkeit und Trockne, der Wärme und Kälte auf leuchtendes Holz; daher ich mich Kürze halber darauf beziehe. In der Folge werden wir auch sehen, dafs alle Substanzen für die Phosphorescenz tödtlich sind, welche sich auf die Feuchtigkeit, und auf den Saft des Holzes begierig werfen, ihn ausziehen, oder ihn durch Verbindung merklich ändern; dergleichen sind die tropfbarflüssigen Säuren, die sauren Gasarten, die Auflösungen von Alkalien, von Mittelsalzen u. dergl. Endlich beruht die Phosphorescenz zuverlässig in einer schwachen Zersetzung, und hiezu sind gewifs die Säfte des Holzes bereitwilliger, als die Fasern.

ZWEITES KAPITEL.

Verhalten des leuchtenden Holzes in verschiedenen Medien.

§. 18.

Ich kann in der Aufzählung und Erläuterung meiner Erfahrungssätze nicht weiter fortfahren, ohne erst von meinen Versuchen über das Verhalten des leuchtenden Holzes in verschiedenen Medien, vorzüglich in unathmenbaren Luftarten Rechenschaft zu geben. Man wird diefs hier um so mehr erwarten, je geschickter dergleichen Versuche scheinen, über die Theorie des Leuchtens und Verbrennens, über das Leuchten des Stangenphosphors, und über ähnliche Dunkelheiten der neuern Naturlehre einiges Licht zu verbreiten. Ich benutze
auch

auch diese Gelegenheit um so lieber, je näher mir dieser Gegenstand von jeher am Herzen lag, wie aus allen meinen physikalischen Aufsätzen, namentlich aus meiner Petersburger Preisschrift, und aus der 2ten Abh. über die Phosphorescenz erhellt. Allein ich mache schon vorläufig das aufrichtige Geständnis, daß ich auf derley Versuche überhaupts, aus mehr als einem Grund, keinen hohen Werth setze. Alles Holz, selbst das gesündeste, hält Luft in seinen Gefäßen, so wie in den Zwischenräumen; leuchtendes noch mehr, bereits faules am meisten. An der höckerigen Oberfläche des Holzes haftet Feuchtigkeit und Luft, wodurch beim Versenken, selbst aus den *reinsten* Medien *gemischte* werden, und wer kann sich rühmen, ganz *homogene* Luftarten zu bereiten? Wir machen also die Versuche so genau als wir können, legen aber in unsere Folgerungen nicht mehr hinein, als was sich ungezwungen ergibt, und ziehen daraus so viel Vortheil für die Wissenschaft, als seyn kann. Auf diese Art sind unsere Bemühungen nie ohne Nutzen.

§. 19.

Holz unter Wasser.

Vom Verhalten des leuchtenden Holzes im kalten und warmen Wasser habe ich schon oben geredet; die gegenwärtigen Versuche unterscheiden sich von den vorigen nur dadurch, daß sie im geschlossenen Raum, in Glasflaschen mit verstopfter und unter Wasser gestürzter Mündung, bey einer gleichen Temperatur von 15 bis 16 Gr. R. vorgenommen wurden. Unter diesen Umständen dauerte das Leuchten immer über 24 Stunden fort. Auch zeigte sich kein bemerkbarer Unterschied zwischen Regen- und Quellenwasser: zwischen gemeinem, destillirten *), und durch Sieden von Luft gereinigtem Wasser. Wurde das Holz gleich nach dem Verlöschen aus der Flasche genommen, mit Löschpapier in etwas getrocknet, und im Keller hinterlegt, so erholte es sich nach und nach wieder; mußte es aber vier bis fünf Tage oder noch länger unter Wasser aushalten, so war es nicht mehr herzustellen, wenn ich nicht merklich dicke Streifen brauchte; denn diese kommen gewöhnlich nach 24 St. wieder zum Leuchten; doch mußte ich die zu sehr durchnäßte Schichte wegschneiden, und eine frische mit der Luft in Berührung bringen. Das Weitere kömmt bereits §. 10. vor.

§. 20.

Holz in Weingeist, Aether, Oel und Quecksilber.

Unter Weingeist, welcher Schießpulver zündete, verlosch der Schein des Holzes nach 25 bis 30 Minuten: unter Schwefeläther nach 9½ Min., unter Olivenöl nach 12 Stunden;

*) Ich bin der Meinung, destillirtes Wasser enthalte mehr Luft als gewöhnliches: nur durch anhaltendes Aufwallen kann man tropfbare Flüssigkeiten auf eine kurze Zeit von Luft reinigen.

**) Zu den Versuchen §§. 20, 21. wurden nur kleine Holzabschnitte gebraucht, was man nicht anders erwarten wird.

den, unter Leinöl nach 6 St., unter Quecksilber hielt es über 24 St. aus. Weingeist und Schwefeläther vermischen sich sehr begierig mit Wasser, werfen sich auf die Feuchtigkeit des Holzes; dringen hiemit in's Innere, ziehen die Säfte aus, lösen das Harz auf, und stören den Proceß der Phosphorescenz. Die fetten Oele verstopfen vermuthlich nur die Zwischenräume, und entziehen dem Auge den Lichtglanz, ohne das Leuchten im Innern zu hemmen; wenigstens verliert das Holz dadurch seine Leuchtkraft nicht; Quecksilber wirkt bloß mechanisch, und zerstört das Leuchten nicht.

§. 21.

Holz in tropfbarflüssigen Säuren.

Gut leuchtendes Holz in Schwefelsäure getaucht verlösch gleich in den ersten Zeitsecunden; in Salzsäure nach $1\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten; in Essigsäure nach 2 Minut.: in Salpetersäure nach 5 bis 6 Minut.: in flussspathsaurem Wasser nach 24 Minut.: in kohlenisaurem Wasser nach 60 Minut. Verweilte das Holz eine Stunde lang in den ersten vier Säuren, so konnte es nimmermehr hergestellt werden; wurde es aber gleich nach dem Verlösch mit frischem Wasser abgewaschen, und an einem temperirten Ort hinterlegt, so erholte es sich wieder; leuchtete aber nachher weder so gut, noch so lang, wie anderes dieser Probe nicht unterworfenen.

Warum Holz in Schwefel- Salpeter- Salz- und Essigsäure sobald zu leuchten aufhört, rührt meines Erachtens daher, weil diese Säuren sowohl auf die Fasern, als auf die Säfte desselben auflösend und zerstörend wirken. Die erste Wirkung obiger Säuren geht dahin, sich sogleich aller wässerigen Feuchtigkeit zu bemächtigen; hierauf verbinden sie sich mit dem eigentlichen Saft des Holzes, und endlich greifen sie die Faser selbst an. Hiemit muß alle Lichtentwicklung bald zu Ende seyn. Läßt man den Säuren Zeit genug, ihre ganze Kraft auszuüben, so wird das Holz nothwendig zum Leuchten für immer untauglich. Selbst gesundes frisches Holz wird davon angegriffen, und auffallend geändert.

Um mich von der Richtigkeit meiner Erklärung zu überzeugen, neutralisirte ich mit Wasser geschwächte Schwefelsäure durch Mineralalkali so lang, bis dieses ohne Aufbrausen zu Boden fiel. In diesem Neutralsalz leuchtete ein Stückchen Holz nach 56 Stunden noch kennbar; das heißt, länger als im gemeinen Wasser, vielleicht darum, weil der Versuch nicht, wie §. 19, im geschlossenen Raum gemacht wurde.

Mehrere Naturforscher schreiben das Verlösch des Holzes in Säuren (wie ich glaube, mit Unrecht) der faulnißwidrigen Kraft derselben zu. Bey meinem Holz paßt diese Erklärung wohl nicht; aber auch bey dem ihrigen, wenn gleich faulen, schwerlich. Was einmal in Faulniß übergegangen ist, kann durch Säuren nicht wieder hergestellt werden.

§. 22.

Holz in Alkalien und Mittelsalzen.

In zerfloßenem Weinstein Salz verschwand der Schein nach 26 Minuten; in einer gesättigten Auflösung des Salpeters mit Wasser wuchs anfangs der Schimmer; nahm aber nach 15 Min. merklich ab, war nach 30 Min. sehr schwach, und nach 45 Min. ganz und gar unmerklich. In einer ähnlichen Auflösung des Küchensalzes wuchs der Lichtschimmer gleichfalls, doch nicht so merklich wie bey Salpeter, harrte zwey Stunden lang sehr deutlich aus, und brauchte wohl eben so lang bis zum gänzlichen Verschwinden. Setzt man zu Wasser verhältnißmäßig nur sehr wenig Salpeter oder Küchensalz, so dauert das Leuchten in diesen schwachen Auflösungen so lang, wie in reinem Wasser, manchmal sogar länger.

§. 23.

Holz in atmosphärischer Luft.

Der Zweck folgender Versuche war nicht bloß, zu bestimmen, ob wohl ein Leuchten des Holzes ohne mindestes Daseyn von Sauerstoffgas möglich sey, sondern um überhaupt zu erfahren, wie sich gewisse Gasarten gegen leuchtendes Holz verhalten. Vor allem muß man sich von der Beschaffenheit seines Holzes, und von dessen Lichtdauer in gemeiner Luft bestmöglichst versichern. Man wird immer einen Unterschied finden zwischen Holz, das sich in einem luftdicht verschlossenen, engen Raum befindet: zwischen dünnen, schmalen Spalten, und dicken Wurzeln: zwischen ganz, und nicht merklich faulem Holz. Alle Versuche, aus welchen ich Erfahrungssätze ableitete, wurden mit gut leuchtenden Baumwurzeln gemacht, die vor der Spaltung zwischen zwey und drey Zoll im Durchmesser hielten, von denen ich nach Bedürfnis Spalten von passender Länge, Breite, und Dicke wählen konnte. Sie schienen mir darum am schicklichsten, weil die freiwillige Phosphorescenz so wie die Zersetzung da ihren Anfang nimmt. Diesen Fingerzeig giebt uns die Natur selbst. Aus vielfältigen Beobachtungen ergab sich, daß die erste Lichtperiode im Durchschnitt zehn Tage lang anhielt. Die zweite durch mäßiges Befeuchten eingeleitete dauerte schon nicht mehr so lang; hiebey lag das Holz in einem gewöhnlichen Keller. Man sehe §. 4, und 13.

Sperre ich länglichte Abschnitte in eine gewöhnliche Weinflasche, die mit Korck dicht verschlossen war, und mit der Mündung unter Wasser stand, so verlosch das Holz immer nach sechs bis sieben Tagen. Schob ich dann unter Wasser eine neue Spalte nach, so leuchtete auch diese so lang, wie die erste, was ich öfter mit gleichem Erfolg wiederholte. Um mich von dem Unterschied zwischen freier und beschrankter Luft ganz zu überzeugen, theilte ich eine durchaus leuchtende Spalte in zwey Theile: verschloß die eine Hälfte in eine Weinflasche mit der Mündung unter Wasser, und legte die andere dicht neben hin im Keller. Nach vollen sechs Tagen war das Licht im gesperrten Raum verloschen, das im Freien hielt zwischen zwey und drey Tagen länger aus. Jetzt öffnete ich die neun Tagelang verschlossene Flasche, ohne die Holzspalte herauszunehmen. Sie leuchtete zwar nicht sogleich; als

als ich aber nach zwölf Stunden wieder zurück kam, war das Licht bereits zurückgekehrt; hielt auch noch ferner fünf Tage an, so daß diese Holzspalte im Ganzen elf Tage lang phosphorescirte. Die Leuchtkraft wurde also in gesperrter Luft nicht zerstört, sondern nur gehemmt. Mangel an Feuchtigkeit konnte wohl daran nicht Schuld seyn; denn im beschrankten Raum war die Ausdünstung minder beträchtlich, als im Freien; auch hätte in dieser Voraussetzung das Holz nach geöffneter Mündung der Flasche nicht wieder zu leuchten anfangen sollen, weil es dadurch an Feuchtigkeit nichts gewann. Mangel also an freier Luft verkürzte das Leuchten, aber nicht Mangel an Sauerstoffgas, weil sonst ein zweites Stück in derselben Luft nicht so lang wie das erste würde ausgehalten haben, was doch in anderen Fällen häufig und wiederholt geschah.

§. 24.

Im verdünnten Raum.

Gut leuchtendes Holz blieb 24 Stunden lang im verdünnten Raum der Luftpumpe; während dieser Zeit wiederholte ich das Auspumpen öfters, weil sich selbst aus hartem Holz noch Luft entwickelt. Das Holz verlor dadurch nichts an seinem Schimmer; auch konnte ich beym Verdünnen, und wieder Hinzulassen der Luft keinen Lichtwechsel bemerken, wie Rob. Boyle will gesehen haben. Vielleicht unterscheidet sich auch bey diesem Versuche wirklich faules Holz von nicht faulem; die Feuchtigkeit des nassen Leders, womit man gewöhnlich das Teller der Luftpumpe belegt, um das Eindringen der Luft zu hindern, erhebt sich beym Verdünnen in Dampfgestalt, und schlägt sich beym Zulassen der Luft wieder nieder, bildet rings um das Holz eine neblichte Atmosphäre, und vergrößert den Schein desselben, wovon ich mich öfters überzeugt habe. Im Guerike'schen Vacuum ändert sich also die Phosphoreszenz des Holzes nicht merklich.

§. 25.

Im Luftleeren Raum.

Entscheidender würde der Versuch in der Torricellischen Leere seyn, wenn er sich gehörig ausführen liefs, was ich aber für unmöglich halte.

Ich füllte eine starke Glasröhre, welche 10 Zoll lang und 1 Zoll weit war, mit Quecksilber: versenkte eine länglichte Spalte gut leuchtenden, compacten Holzes unter Quecksilber in selbe; und machte verdünnten Raum, bis das Quecksilber in der Röhre nur noch ein Zoll hoch stand. Hiemit schwebte das Holz in einem vermeintlich luftleeren Raum; dem ohngeachtet fuhr es, selbst da wo es unter Quecksilber an der Glasröhre anlag, die ganze Nacht zu leuchten fort, weil der Raum nicht ganz luftleer war, wie sich beym Hinzulassen der äußeren Luft durch Bildung einer Blase zeigte. Sogar im leeren Raum der Torricellischen Röhre leuchtet Holz noch, weil es beym Versenken Luft mit sich führt, und zugleich in sich enthält; daher es mir unmöglich scheint, luftleeren Raum und leuchtendes Holz mitein-

miteinander zu vereinigen; übrigens bin ich der Meinung, Holz sey des Leuchtens unfähig, wenn es weder gemeine Luft in den Zwischenräumen enthält, noch während der Zersetzung Gase daraus entwickelt werden.

§. 26.

Folgende Betrachtungen dürfen den Zusammenhang der atmosphärischen Luft mit dem Leuchten des Holzes überzeugender darthun.

a) Wenn man von einer inwändig noch frischen, und auswendig gut phosphorescirenden Stammwurzel alles leuchtende Holz wegschneidet, bis man auf die dunklen Schichten eindringt, und hierauf dieses Stück, benetzt und in *lockeres* Papier verhüllt, in einem Keller hinterlegt, so braucht es wohl 24 Stunden, bis es wieder zu leuchten anfängt. Hier scheint denn doch die Luft zur Einleitung der Phosphorescenz mitzuwirken.

b) Nach dem gewöhnlichen Gang der Natur wird das Holz zum Leuchten unter der feuchten Erde vorbereitet (§. 4), und es beginnt auch vermuthlich schon dort, besonders wenn der Holzgrund locker ist. Dafs aber dieses Leuchten unter der Erde äufserst schwach seyn muß, läßt sich daraus schliessen, weil solche Wurzeln nach mehreren Jahren ausgegraben noch lange fort leuchten, ja häufig erst im feuchten Keller zum Leuchten gebracht werden, oder doch an Licht merklich zunehmen. Kurz! unter der Erde wird das Holz zum Leuchten vorbereitet, aufser der Erde bricht es in Licht aus.

c) Zur Einleitung und Unterhaltung der *faulen* Gährung, welche man, wenn auch noch so schwach, im leuchtenden Holz nicht läugnen kann, wird immer Zutritt der Luft, und wässerige Feuchtigkeit erfordert. Ohne diese zwey Bedingnisse bleibt Holz unverweslich, und nicht leuchtend.

d) Endlich geht aus allen, sogleich anzuführenden Versuchen hervor, dafs in keinem unathmenbaren Gas leuchtendes Holz lange aushält.

§. 27. *)

Holz in Sauerstoffgas.

a) aus dem rothen Quecksilber-Oxyde: Beym Versenken bemerkte ich keinen Zuwachs von Lichtschimmer: das Leuchten wurde immer schwächer, und nach vollen sieben Nächten war es ganz verschwunden. Jetzt schob ich mit möglichster Vorsicht unter Wasser ein zweites Stück nach, ohne das vorige herauszunehmen; auch dieses verhielt sich von Anfang bis zu Ende wie das vorige, und hielt nicht minder sieben Nächte aus; bis auf Stunden kann man diese Dauer ohne grossen Zeitverlust nicht bestimmen.

b) aus

*) Anm. Alle Gase wurden frisch bereitet, und in Weinbouteillen von 40 rheinl. Kubikzoll gefaßt, worin auch die Versuche gemacht wurden, und zwar durchgängig in den Nachtstunden; die Versenkung des leuchtenden Holzes geschah unter Wasser; die Flaschen blieben hierauf gestöpselt mit der Mündung unter Wasser im Schatten, und in einer gleichförmigen Temperatur von 16 bis 10 gr. R.

b) *aus Salpeter in der Glühhitze*: Beym Versenken schien mir's wirklich, als nähme das Holz an Schimmer zu. Gehen vielleicht bey der Luftentwicklung Salpetertheilchen mit dem Gas in die Vorlage über? man vergleiche §. 22. Diesmal leuchtete auch das Holz länger als sieben, doch nicht volle acht Nächte, oder achtmal 24 Stunden.

§. 28.

Im Stickstoffgas.

a) *durch mehr stündiges Schütteln* einer beträchtlichen Menge Bleyamalgama in einer luftdicht verschlossenen Glaskolbe aus atmosphärischer Luft gewonnen, und durch Phosphor noch gereinigt: Das Holz leuchtete immer 12 bis 14 Stunden lang.

b) *durch frisch gebrannte und in Wasser abgelöschte Schmidkohlen* aus der gemeinen Luft im gesperrten Raum: Die Resultate fielen sehr verschieden aus, weil ich diese Methode öfters wiederholte. Das Verschwinden des Lichts erfolgte manchmal erst nach 24 Stunden; doch ergab sich auch der Fall, daß leuchtendes Holz sogleich bey dem Versenken unter Wasser an Helle verlor, und nach wenigen Minuten ganz verschwand.

§. 29.

Salpetergas, aus Kupferfeile und verdünnter Salpetersäure.

Die zuerst versenkte Holzspalte verlösch nach 5 Minuten, eine zweite nachgeschoben nach 4 Min., eine dritte nach 7 Minut. Jetzt wurde die Bouteille aufgerichtet und geöffnet; sogleich bildeten sich die rothen Salpeterdämpfe, aber keine von den drey Spalten leuchtete wieder; sie konnten auch durch frisches Wasser nicht wieder hergestellt werden. Man erinnere sich an die Wirkung der tropfbarflüssigen Salpetersäure §. 21.

§. 30.

Flusssaures Gas, aus Flusspath, und verdünnter Schwefelsäure.

Das Holz verlor nach dreißig Minut. all sein Licht; hielt also um sechs Minuten länger aus, als in flusssaurem Wasser §. 21.

§. 31.

Kohlensaures Gas, aus Steinkreide und verdünnter Schwefelsäure.

Das Gas wurde immer durch Phosphor gereinigt, und nicht früher angewandt, als bis der Phosphor in ihm zu leuchten, und zu dampfen aufgehört hatte; *) das Versenken des

*) Dieses Dampfen gewährt zu Nachts in vollkommner Finsterniß ein sehr interessantes Phänomen.

des Holzes geschah unter Wasser, worauf die Flasche mit Korck und Blase verschlossen wurde.

In drey zu verschiedenen Zeiten gemachten Versuchen dauerte das Leuchten 12, 15, 20 Minuten lang. Nach vierthalb Stunden wurde das verloschene Holz unter Wasser aus der Flasche genommen, und frisches hineingebracht; auch dieses leuchtete ziemlich genau so lang wie das vorige; zugleich bemerkte ich beym Lüften des Stopfels die Phosphordämpfe, welche sich nach Pelletier immer bilden, wenn Phosphor im Kohlensaurem Gas einige Zeit geleuchtet hat. Als ich hierauf zwey Kubikzoll Sauerstoffgas hinzuliefs, fing das Holz *äußerst schwach* zu leuchten an, und erhielt auch in freier Luft seinen vollen Glanz nicht mehr; es blieb nämlich über 24 Stunden im Gas liegen; und so zeigt sich hier wie oben, §. 21, die Wirkung der Kohlensäure auf das Holz unverkennbar.

§. 32.

Holz im Wasserstoffgas.

a) *durch Zersetzung der Wasserdämpfe im glühenden Flintenlauf.* In zwey Versuchen hielt das Holz immer gegen 36 Stunden mit dem Leuchten an.

b) *Aus Zink, Wasser, und Salzsäure.* Frisches Holz leuchtete darin nach zwey Stunden noch kennbar; nach 24 St. schickte ich eine zweite gut leuchtende Spalte nach, ohne die vorige wegzuschaffen, welche gleichfalls volle zwey Stunden mit dem Licht anhielt; nach 2 $\frac{1}{2}$ St. sah ich keine Spur mehr.

c) *Aus Eisenfeile, Wasser, und Schwefelsäure.* Im reinsten Gas, wie mir's schien, nahm der Lichtschimmer schon beym Versenken bemerkbar ab, und er verschwand nach einigen Minuten ganz; dasselbe ergab sich mit einer zweiten und dritten, wie gewöhnlich nachgeschickten Spalte. Rüttelte ich die Flasche stark, so wurde sie mit einem schwachen Schimmer ganz beleuchtet, der aber bald wieder verschwand. Das Verschwinden schon nach einigen Minuten ergab sich unter zwölf Versuchen ein einziges Mal; gewöhnlich hielt das Holz fünf bis sechs Stunden aus; wurde es in einer Luft geprüft, welche *gleich anfangs* in die Vorlage übergieng, so brauchte es wohl 48 St. und noch länger bis zum gänzlichen Verschwinden. Aus Versehen gieng einmal eine Bouteille in Trümmer, in der drey Spalten vom ausgeleuchtetem Holz bereits 48 Stunden lang verweilet hatten; und nun lag alles Holz im hellsten Schimmer vor meinen Augen da: ein eben so schönes als unerwartetes Phänomen in vollkommener Finsternis. Die Phosphorescenz wird also durch Wasserstoffgas nur gehemmt, aber nicht zerstört.

§. 33.

Schwefelwasserstoffgas.

aus Eisenfeile, Schwefel, und verdünnter Schwefelsäure. Bald nach dem Versenken verlor das Holz seinen Glanz grosentheils, und nach zehn Minuten bemerkte ich hievon
keine

keine Spur mehr. Jetzt wurde ein zweites Stück nachgeschickt, dessen Licht um ein paar Minuten länger dauerte.

Die Hydrothion Säure scheint also sehr mächtig auf das Holz zu wirken.

§. 34.

Luftverderbniss, und Luftaufwand.

a) In eine mit Sauerstoffgas aus glühendem Salpeter gefüllte Flasche von 49 rheinl. Kubikz. wurde eine sechs Zoll lange Spalte von gut leuchtendem, aber nicht faulem Holz unter Wasser so versenkt, daß der enge Hals der Flasche noch mit Wasser gefüllt blieb, doch so, daß das Holz mit dem Wasser nicht in Berührung stand: die Mündung wurde unter Wasser gestellt, und zugleich mit Korck gesperrt. Acht Tage nach der Versenkung verlosch das Holz: ich wartete noch so lang, und erst nach $16\frac{1}{2}$ Tagen wurde die Flasche geöffnet, und die Prüfung vorgenommen. Zwey Maas dieser Luft mit eben so viel Salpetergas gemischt gaben I, 86; mithin Verminderung II, 14: das zweitemal erhielt ich II, 17, hieraus im Mittel II, 155. Dasselbe Sauerstoffgas vor dem Versuch in gleichem Verhältniß mit Salpetergas gemischt zeigte Verminderung II, 14; es wurde also durch das Verweilen und Leuchten meines Holzes nicht merklich geändert; daher auch in einer zum Versuch gebrauchten Bouteille ein dünner Stahldrath, und ein dicker Eisendrath lebhaft abbrannten, und eine glimmende Holzspalte wohl zwölfmal wieder in Flamme ausbrach. Hieraus ziehe ich den Schluß, daß *leuchtendes, aber nicht faules Holz auf den Sauerstoff im gesperrten Raum nicht merklich wirke, so lang man die Versuche nur im kleinen macht*, und daß aller Unterschied zwischen meinen, und fremden Resultaten von der Faulniss, nicht aber vom Leuchten des Holzes herrühre.

b) Eine 22 paris. Zoll lange, 7 Lin. weite Glasröhre wurde bis auf zwey Zoll mit Sauerstoffgas gefüllt: ein 10 Zoll langer Streifen von gut leuchtenden, nicht faulen Holz darein versenkt, die Mündung der Röhre unter Wasser gestellt, und die Anrichtung in einen *dunklen* Schrank versetzt, bis das Licht verschwand, was nach acht Tagen geschah. Es äusserte sich eine scheinbare Verminderung des Gas von $\frac{1}{100}$ des Ganzen, die aber verschwand, nachdem ich alles auf die anfängliche Temperatur und Barometerhöhe zurückbrachte, weswegen am Anfang und Ende des Versuchs der Barometer- und Thermometerstand angemerkt worden. Also hatte hiebey auch keine merkliche Verschluckung des Sauerstoffgas statt; oder man müßte behaupten, es habe sich aus dem leuchtenden Holz gerade so viel neues Gas entwickelt, als verschluckt wurde. Dieses wäre zwar sehr wohl möglich; allein dann müßte das Luftverderbniss beträchtlicher gewesen seyn.

So weit gehen meine Versuche mit Holz in verschiedenen Gasarten und anderen Medien. Es war mir sehr angenehm, mit Hrn. Böckmann, von dessen Genauigkeit bey physikalischen Untersuchungen wir schon so viele Beweise haben, grösstentheils zusammenzutreffen. Aus allen ergiebt sich folgender Erfahrungssatz:



VI. Soll das Leuchten des Holzes von Anfang bis zu Ende seinen ordentlichen Gang halten, so ist Daseyn und Erneuerung athmenbarer Luft schlechterdings nothwendig.

§. 35.

Einige Bemerkungen.

a) Man sieht wohl hieraus, daß leuchtendes Holz in athmenbaren Gasarten beträchtlich länger aushält, als in nichtathmenbaren, wenn alles übrige gleich ist. Hierüber giebt es nur eine Stimme der Meinungen, so wie der Erfahrungen. Ich glaube auch gefunden zu haben, daß es im *Sauerstoffgas* um einen Tag länger dauert, als in *beschränkter atmosphärischer Luft*: und im *freien Raum* länger als im *gesperrten*.

b) Man sieht ferner, daß sich leuchtendes Holz in jeder Gasart anders verhält: in einigen verlöscht es früher, in anderen später; schwerlich aber wird es, ausser Hrn. v. Humboldt, jemand augenblicklich, und beim Einsenken selbst haben verlöschen sehen. Sollte hier gar nichts auf Rechnung des Holzes kommen? Wie lang war dieses Holz bereits im Leuchten begriffen? wie lang hielt es in gemeiner Luft aus! wie lang im reinen Sauerstoffgas? wie groß war die Spalte, wie die Beschaffenheit des Auges? In Betreff des Holzes habe ich mich §. 7. geäußert. Noch einen Zweifel kann ich nicht unterdrücken. Wenn *fauls* Holz in seinen Zwischenräumen Luft enthält, wie es nicht anders seyn kann, so ist es unmöglich daß es in irgend einem irrespirablen Gas augenblicklich verschwindet; ausser man nimmt an, daß auch die Holzluft irrespirabel ist; hieraus entspringen aber neue Schwierigkeiten.

c) Allein wir wollen annehmen, ein Gas sey vollkommen sauerstoffleer, und das Holzlicht verschwinde darin augenblicklich. — Wie kömmt's, daß schon die *geringste* Portion von athmenbarem Gas jenem zugesetzt ein neues Leuchten, und zwar ein Leuchten von 24 bis 30 Stunden bewirkte wie dieses bey Stickstoff- und Wasserstoffgas sicher zutrifft. Wie kömmt's, daß in athmenbarer Luft, nachdem so eben eine Holzspalte ausgeleuchtet hat, eine zweite und dritte nachgeschoben, immer gerade so lang als die erste zu leuchten fortfährt? so verhält sich die Sache bey Stangenphosphor nicht; vielleicht weil dieser compacter ist, und in seinen Zwischenräumen nicht so viel Luft enthält, dann muß man aber zugeben, daß diese Luft zum Verbrennen dient, voraus gesetzt, daß man das Leuchten des Holzes als so etwas betrachtet, worüber ich mich im nächsten Kapitel erklären werde.

d) Kunkels Phosphor gehört unter die verbrennlichsten Substanzen, und sein Leuchten in freier Luft, mit den gewöhnlichen Umständen begleitet, ist gewiß ein Verbrennen; dennoch giebt es Fälle, wo dieses sehr zweifelhaft wird, und wo man sein Leuchten eben so gut als einen reinen Lichtproceß ansehen kann, wie ich *Abhand. II. §. 105. u. f.* wahrscheinlich gemacht habe. Aus allem folgt wenigstens so viel, daß das Leuchten des Holzes ein Verbrennungsproceß besonderer, und sehr seltsamer Art ist.

e) Das auffallendste bey gegenwärtigen Versuchen ist dieses, daß man die eigenthümlichen Verhältnisse mancher Gasarten gegen das Holz so ganz übersehen, oder bey Seite gesetzt hat, ungeachtet sie sich dem Experimentator sehr deutlich darstellen. Man gieng hie-

hiebey etwas einseitig zu Werk: sah nur immer auf leuchten und verschwinden des Lichts, dachte nur an Daseyn und Mangel des Sauerstoffs, ohne sich zu erinnern, daß man es mit Substanzen zu thun hatte, welche aus gar verschiedenen Ursachen, nach Verschiedenheit ihrer Grundkräfte und Verwandschaften, auf einander wirken können. Holzlicht, z. B. hält in frischem Regen- oder Quellenwasser über 24 Stunden aus, in Kohlensaurem Wasser hingegen höchstens eine Stunde. Dieser Unterschied kann wohl nicht von der dem Wasser beigemengten Luft herrühren, die sich in beiden vorfindet; also von der Luftsäure. Sehe ich nun Holz im Kohlensauren Gas bereits nach einer Minute verlöschen, so muß ich wenigstens einen Theil der Wirkung, (und wie ich glaube, einen beträchtlichen) dem Gas, nicht bloß weil es unathmenbar, sondern weil es eine Säure ist, zuschreiben. Gerade so muß ich bey den übrigen tropfbarflüssigen Säuren und den analogen Gasarten urtheilen (§. 29. 50. 55.)

§. 36.

Die Phosphorescenz verschiedener Vegetabilien.

Dieses freiwillige Leuchten ist dem Holz nicht ausschließlich eigen; ich glaube vielmehr, daß die meisten Substanzen des Pflanzenreichs derselben fähig sind, und daß sie unter gewissen Umständen wirklich leuchten, was man bey einigen bereits gesehen hat.

a) Von leuchtenden Erdäpfeln kommt ein Beispiel im *Journ. de Phys. T. XXXIII, p. 225.* vor. Die Beobachtung wurde in der Militärkaserne zu Straßburg am 7 Jan. 1790, Nachts gemacht, gieng aus dem französischen in alle deutsche Journale über, wurde dadurch sehr verbreitet, und zuletzt als eine ganz gemeine Erscheinung angesehen. Allein daß sie ziemlich selten vorkomme, und von besonderen Umständen abhänge, habe ich durch mein vergebliches Forschen nach leuchtenden Erdäpfeln, und schon früher hat es Hr. Banquier Kortum in Warschau erfahren (*Voigt's Magazin II. 67.*) Gemäß der Straßburger Nachricht sollen ohngefähr folgende Umstände zusammentreffen: 1) die Erdäpfel müssen schon die erste zum Keimen nöthige Gährung angefangen haben: 2) Sie müssen in einem Keller, d. i. an einem feuchten Ort von mäßiger Temperatur, und geringen Luftzug aufbewahrt werden: 3) Sie sollen noch in ihrem natürlichen Saft stehen; denn durch Austrocknen verlieren sie die Eigenschaft zu leuchten: 4) Man bemerkt das Licht erst beim Zerspalten; es scheint daher im Innern zu entstehen. Alle diese Umstände kommen auch beim leuchtenden Holz vor, woraus sich auf die Aehnlichkeit beider Erscheinungen schließen läßt.

b) Mit dem Leuchten der Erdäpfel hat jenes der Melone viel ähnliches. Der berühmte Casati bemerkte so etwas als Jüngling (ohngefähr 1655.) an einem Kürbis (*cucurbita* sagt er, vielleicht Melone?), den er im Finstern zerschnitt und mit Zucker bestreute. (*Casati de Igne, Francof. 1688. pag. 349.*) Hier also Leuchten einer Frucht durch Zucker befördert, wie oben §. 22 das Holz, und im 2ten Abschn. die Fische durch Salz.

c) An diese zwey Fälle reiht sich alles Leuchten der Kohl- und Rübenarten, der Zwiebeln lilienartiger Pflanzen, der Beeren größer Art, u. d. gl. wenn man sie einst leuchtend finden soll.

d) So könnten auch alle Früchte, die Mehl geben, durch eine schickliche Behandlung, phosphorisch werden: geröstet und gepreßt verbrennen sie von selbst.

§. 37.

Das Leuchten noch vegetirender Gewächse.

a) Aristoteles setzt das Leuchten der Schwämme so gut wie das der Fische, als ausgemachte Thatsache voraus (von der Seele B II. Kap. 7.) es mußte ihm also dieses Phänomen bekannt seyn, das späterhin wieder in Vergessenheit kam. Plinius (*Hist. nat. XVI, 8.*) erzählt, daß der Eichenschwamm, *agaricus quercinus*, leuchtet, wenn er noch auf der Eiche sitzt. Die Aussage des Aristoteles hat bey mir immer einiges Gewicht.

b) Vom anhaltenden Leuchten noch vegetirender Pflanzen hat Hr. Prof. Gilbert eine eben so zuverlässige als schätzbare Beobachtung gemacht. Er sah auf dem Harz eine Moosart, und eine kleine Pflanze, welche an den Wänden einer sehr feuchten Höhle zahlreich hafteten, mit dem schönsten Smaragdgrün, sanft ruhig, wie phosphorisches Holz, leuchten. (*Annal. XXX, 242.*)

c) Das nächtliche Blitzen einiger Blumen kann nicht mehr in Zweifel gezogen werden, nachdem es von der Fräul. v. Linné entdeckt, in Beiseyn des Hrn. Ritters und einer ansehnlichen Gesellschaft bestätigt, und späterhin von Hrn. Haggren an mehreren Blumen ist beobachtet worden. (*Schwed. Abhand. auf das Jahr 1762, S. 291, und 1788, S. 59. der d. Uebers.*) Bey folgenden zeigt sich's am stärksten: die Ringelblume, die indianische Kresse, die feuergelbe Lilie, die Sammtrose, die Sonnenblume zweifelhaft. Man bemerkt diese Erscheinung im July und August, bald nach Sonnenuntergang, bey heiterer Luft, immer an gelben Blumen. Daß sie electrischer Art sey, hat wenig Wahrscheinlichkeit. Auch die Phosphorescenz der kleinsten Seewürmchen ist mehr ein augenblickliches Blitzen, als ein anhaltendes Leuchten. Der *Dictamnus albus* verbreitet manchmal eine Atmosphäre um sich, welche bey Annäherung eines Lichts auflodert; etwa gemeines, oder geschwefeltes, oder gephosphortes Wasserstoffgas? da der Erfolg nur selten gelingt, so muß er wohl von besonderen, uns unbekannten Umständen abhängen — ich denke immer an meine leuchtenden und nicht leuchtenden Fische.

d) Was bey Plinius, Aelianus, u. a über das nächtliche Leuchten der Pflanzen vorkömmt, hat Conrad Gesner gesammelt, und Bartholini nenerdings herausgegeben: (*De raris et admirandis herbis, quae lunariae nominantur. Hafniae 1669 8°.*) obwohl man billig an der Zuverlässigkeit dieser Erzählungen größtentheils zweifeln kann.

DRITTES KAPITEL.

Wahrscheinliche Ursache dieser Phosphorescenz.

§. 38.

Nachdem ich über das Verhalten des leuchtenden Holzes in verschiedenen Medien umständliche Auskunft gegeben, auch die übrigen hieher gehörigen Beobachtungen kürzlich dargestellt habe, habe, so kann ich mit dem Vortrage meiner Erfahrungssätze fortfahren, und zugleich meine Ansichten über die Ursache der Hapterscheinung auseinander setzen.

VII. Der das Leuchten einleitende Proceß beruht auf der Zersetzung der Säfte, und der dem Holz eigenen flüssigen Bestandtheile.

Dafs gleichzeitig mit dem Leuchten eine Zersetzung des Holzes vorgeht, ist um so ausgemachter, je bekannter es ist, dafs nur solches Holz leuchtet, welches nicht mehr vegetirt, sich bereits der Verwesung nähert, oder wohl gar schon in Fäulnis übergeht. Es kann aber das gleichzeitig ausbrechende Licht nicht aus der umgebenden Luft kommen (eine überhaupts sehr unwahrscheinliche Hypothese), welche nicht hinreichen würde, zu einem achttägigen Leuchten im gesperrten Raum alles Licht zu liefern; es muß vielmehr aus dem Holz selbst entwickelt werden; d. i. aus den festen oder flüssigen Theilen desselben, und diese wollen wir nun untersuchen.

Vermög der *mechanischen* Trennung besteht das Holz aus der feinern Oberhaut, der Rinde, dem Bast, der Holzfaser, dem Mark, den Saftgefäßen und den Luftröhren. Es lehrt aber die Erfahrung,

- a) dafs das Holz schon zu leuchten anfängt, wenn die Rinde und Faser noch wohl bestellt, und von der Fäulnis ganz und gar nicht angegriffen sind:
- b) dafs dieses Leuchten monatelang unterhalten werden kann ohne Zerstörung der Faser, welche unterdessen höchstens ihren Zusammenhang und ihr Band verliert, (§. 9).
- c) dafs das Holz unfehlbar zu leuchten aufhört, wenn man ihm alle äussere Feuchtigkeit entzieht, und wenn zugleich Seine eigenthümlichen Säfte vertrocknen, und verdichtet, oder auf eine schickliche Art ausgezogen werden.

Mithin beruht der nächste Grund des Leuchtens auf der Zersetzung der Säfte. Hieraus erklären sich zugleich viele oben angeführte Erscheinungen, z. B. warum Holz nie leuchtet, so lang es vegetirt; warum das Leuchten bey den Wurzeln anfängt, wenn sie mit dem Stamm ausser aller Verbindung gesetzt noch unter der Erde zurückbleiben: warum das Austrocknen, noch mehr aber äussere Erwärmung dem Leuchten so schädlich, mässige Temperatur und Feuchtigkeit demselben so günstig ist: warum man Holz durch Auslangen der Säfte, durch siedendes Wasser, u. d. gl. zum Leuchten für immer unfähig machen kann: warum alle tropfbaren und ausdehnbaren Flüssigkeiten die Phosphorescenz stören, wenn sie den Zersetzungsproceß hemmen, oder auf die Säfte schädlich wirken: warum die Holzfasern durch anhaltendes Leuchten ihren Zusammenhang verlieren, und sich der Länge nach in Fäden trennen



trennen lassen: warum das am Stamm verfaulte Holz, wenn es immer mit der Atmosphäre in Berührung steht, selten oder gar nicht leuchtet.

§. 39.

Unersuchen wir die nähern Bestandtheile der Pflanzen mit Hülfe der Chemie, so erhalten wir neue Aufschlüsse:

A. Analyse der festen Theile. Bey der trocknen Destillation erhält man aus Stammholz, Wurzel, und Rinde immer dieselben Educte und Producte, nämlich: gekohltes Wasserstoffgas in Menge, kohlensaures Gas sparsamer, brennzliche Essigsäure, dickes Oel, manchmal von zweierley Art, und äusserst leichte Kohle als sparsamen Rückstand. Die nach dem Verbrennen *im Freien* zurückbleibende Asche enthält mehr oder weniger phosphorsaure Kalk- und Bittererde, Pottasche, und nach Verschiedenheit der Pflanzen noch andere sparsam vorkommende Stoffe. Nichts ist leichter, als sich hievon selbst zu überzeugen.

B. Analyse der Pflanzensäfte. Die Hrn. Vauquelin und Deyeux erhielten bey der Zerlegung vieler Saftreichen Pflanzen, aus dem Saft selbst, immer Kalkerde, Pottasche, und Essigsäure: aus den Pflanzen-Extracten, nebst dem Extractivstoff, theils freie Essigsäure, theils Essigsäure Pottasche, Kalk und Ammoniak, wohl auch andere mineralische Salze. Wir vermissen hier nichts als das empyreumatische Oel, welches meines Erachtens hauptsächlich der Faser und dem Extractivstoff eigen ist.

C. Folgerungen von jenen auf diese. Es bedarf nur einiger Ueberlegung, um von den festen Pflanzentheilen auf die flüssigen, und umgekehrt zu schliessen; denn was ist die mit Pracht und Herrlichkeit vor uns stehende hundertjährige Eiche? ein verdichteter Saft – was sie in sich begreift, hat sie der Erde und Luft, dem Wasser und Licht zu verdanken: in ihren festen Theilen kann nichts enthalten seyn, was sie nicht aus den flüssigen zum Verarbeiten bekommen hat. Diese können sogar an einfachen Bestandtheilen reicher als jene seyn, und sie sind's wirklich; nur hält es schwer, die chemische Zerlegung so zu veranstalten, daß nichts unvermerkt entwischt; weil hier das gegenseitige Band noch nicht so fest geschlossen ist, wie bey den festen Theilen; daher fängt die freiwillige Zersetzung, die endliche Verwesung, und die Phosphorescenz immer bey den flüssigen Theilen an. Sollte ich bestimmt angeben, welche Bestandtheile bey der vegetabilischen Verwesung das Licht liefern, so würde ich den Extractivstoff, das Gummi, das Gluten, den Bindungsstoff der Faser nennen, weil gerade diese Theile bey der durch anhaltendes Leuchten zersetzten Pflanze entweder ganz oder größten Theils vermisst werden, wie schon das äussere Ansehen, noch mehr die chemische Analyse beweiset.

§. 40.

Ueberhaupts ist kein Körper an Lichtstoff reicher als die Pflanze. Nur unter unmittelbarem Einfluß des Sonnen- und Tageslichts vegetirt, grünt, gedeiht sie zur Reife: in ihr wird das Licht so zu sagen verkörpert, dem Saft, so wie der Faser innigst einverleibt, und
nur

nur erst bey dem gewaltsamen Verbrennen in der Flamme wieder frey auflodernd, oder bey der schwächern Zersetzung dem geschärften Auge im dunklen als phosphorischer Schein sichtbar. Des Lichts beraubt schießt die Pflanze, von Luft und Wärme unterstützt, zwar auf; allein von der Bleichsucht überfallen taugt sie weder in der Hauswirthschaft zum Verbrennen, noch in der Heilkunde zu Arzneien, noch zu nützlichen Verarbeitungen des gesellschaftlichen Lebens: auch verhält es sich bey der trocknen Destillation noch schlechter als ausgeleuchtetes Holz. Hieraus folgerten einige Naturforscher, z. B. Hr. Göttling (*B. I. S. 181. der Beyträge*) die Phosphorescenz des Holzes bestehe in der Freiwerdung und Entweichung des dem Holz eigenthümlichen Lichtstoffs bey der langsamen, von der Natur eingeleiteten Zersetzung desselben, wenn es in Verwesung übergeht.

Diese Erklärung ist zwar in der Sache selbst gegründet, und in so weit annehmbar; untersucht man sie aber etwas genauer, so fällt das Unbestimmte und Mangelhafte derselben bald in die Augen. Sie stellt uns das Leuchten des Holzes als eine reine Lichtentwicklung, aber selbst im entferntesten Sinne nicht als ein Verbrennen dar: sie giebt von der Nothwendigkeit der athmenbaren Luft zum Beginnen, Fortsetzen, und Vollenden des Processes nicht die mindeste Auskunft, und läßt noch andere dabey bemerkte Umstände unerklärt. Sie aufzufinden, war es wohl überflüssig, so vielerley Versuche unternommen zu haben. Endlich paßt sie auf alle Arten der Phosphorescenz, ohne ein charakteristisches Merkmal für die gegenwärtige besonders anzugeben. Alles Leuchten, das schwache sowohl, als das bey Tag bemerkbare ist eine Lichtentwicklung — ob aber eine reine, oder mit Verbrennen begleitete? hierüber schweigt die gegebene Erklärung, und hierüber will ich mich bestimmt äussern.

§. 41.

VIII. *Das freiwillige Leuchten des Holzes ist ein äusserst schwaches, und in einem Minimum athmenbarer Luft noch vor sich gehendes Verbrennen.*

Die reine und bestimmte Erfahrung sagt uns zwar nur, daß während dem anhaltenden Leuchten das Holz nach und nach zersetzt wird: daß es sein Gluten, Oel, Harz, u. d. gl. verliert, und daß zu dieser Lichterscheinung äussere und innere Feuchtigkeit, sehr wenig atmosphärische Luft, und sehr mässige Temperatur erfordert werden. Aus der Verbrennlichkeit der Bestandtheile des Holzes überhaupt, und aus der Nothwendigkeit athmenbarer Luft zum *anhaltenden* Leuchten schliessen wir auf ein Verbrennen, und weil gleichzeitig der Schleim, das Band der Faser, das Klebrige, u. dergl. des Holzes verschwindet, oder merklich geändert wird, so schreiben wir das schwache Verbrennen der Zersetzung dieser Bestandtheile zu. Allein wenn wir bedenken, daß gesundes Holz nur dann mit Flamme verbrennt, wenn es *trocken* ist, und merklich *erhitzt* wird; daß aber bey dem phosphorescirenden Holz die *Feuchtigkeit* den Lichtproceß einleitet, und *herabgedrückte Temperatur* denselben verlängert, so ergiebt sich ein scheinbarer Widerspruch, und man kann nur soviel zugestehen, daß hier höchstens ein Verbrennen eigener Art, ein von dem gewöhnlichen ganz verschiedenes, vor sich geht. Diese Schwierigkeit wird aber genugthuend gehoben,

wenn

wenn wir uns an ähnliche Naturerscheinungen erinnern, welche zuverlässig in einem Verbrennen bestehen, ohne daß Trockne des verbrenulichen Körpers, sonderliche Reinigkeit der Luft, und äussere Erhöhung der Temperatur erfordert würden. Ich führe hier nur zwey solche Fälle an, mit welchen der gegenwärtige die grösste Aehnlichkeit hat. Wir wissen, daß Heu und Stroh, Hanf und Flachs, das Mehl der Fruchtkörner, und noch viele andere Körper, wenn sie feucht in Haufen übereinander liegen, nach und nach sich selbst entzünden, und zuletzt sogar in Flamme ausbrechen. Hier leitet also die Feuchtigkeit den Verbrennungsproceß ein, und der gehemmte Zutritt der freien Luft befördert ihn. Wir wissen, daß der kunkelsche Phosphor sein langsames Verbrennen und Leuchten selbst in feuchter, sehr stark verunreinigter, und merklich kalter Luft noch lange Zeit fortsetzt, also ist auch in einer niedrigen Temperatur, und in einer beinahe ganz unathmenbaren Luft noch ein schwaches Verbrennen möglich. Aus diesen zwey bekannten Naturerscheinungen läßt sich meines Erachtens die freiwillige Phosphorescenz des Holzes hinreichend erklären, wie ich sogleich zeigen werde.

§. 42.

IX. Das leuchtende Holz ist ein schwacher Luftzünder (Pyrophor).

Unter Luftzünder verstehe ich einen Körper, welcher, von der Natur, oder durch die Kunst vorbereitet, fähig ist, in Verbrennen überzugehen, bloß durch Zutritt der atmosphärischen Luft, ohne äussere Temperatur-Erhöhung. Kürze halber übergehe ich die künstlichen Präparate als bekannt, und auch von den natürlichen führe ich nur einige Beispiele an, auf die sich alle übrigen zurückbringen lassen, aus jedem der drey Naturreiche Eines.

Die angehäuften Schwefelkiese verwittern in feuchter Luft mit Erhitzen, manchmal mit Selbstentzündungen, immer mit nächtlichem Leuchten, beinahe wie beim Ablöschen des Kalkes. Ein paar Zentner nasse Eisenfeilspäne in einem hölzernen Kübel zusammengepresst, erhitzen sich nach Verlauf einiger Wochen so sehr, daß die Funken sprühen, und die hölzernen Taufeln des Gefäßes verkohlen, (*Journ. de Phys.* XXVII, 385.) Feuchtes Heu, Getreidgarben, Waldstreu, u. dergl. in Menge aufgehäuft entzünden sich zuletzt: Strohdünger in Haufen raucht selbst im strengen Winter. Schafwolle mit Oel oder Fette, Hanf mit Leinöl und Kienruß behandelt, entzünden sich nach und nach freiwillig wenn sie dicht übereinander liegen, oder durch Gewichte beschwert werden. In diesen und ähnlichen Fällen geht bereits ein langsames Verbrennen vor, noch ehe der Körper sichtbar in Flamme ausbricht; jenes ist die Hauptsache, diese ein Nebenumstand.

§. 43.

Aus diesem Gesichtspunct betrachte ich die freiwillige Phosphorescenz der Vegetabilien, vorzüglich des Holzes, als eines Luftzünders der schwächsten Art, wobey das Verbrennen auf denselben Grundkräften beruht, und von denselben Umständen abhängt, wie in den
eben

eben genannten Fällen, und das nur darum so lange Zeit aushält, weil es über die massen schwach unterhalten wird. Meine Ansicht zu erläutern, und meine Hypothese zu prüfen, halte ich mich an den bekannten Fall des Verbrennens bey feuchtem Heu, Getreidgarben, und Baumblättern, wenn sie in einer Scheune angehäuft liegen. Zur Einleitung und zum Beginnen dieses Processes werden hauptsächlich zwey Umstände erfordert, Feuchtigkeit nämlich, und gehemmter Luftzug. Getreid und Heu frisch gemähet, werden wegen ungünstiger Witterung nicht ganz trocken, und gedörret eingebracht, das heisst, sie besitzen noch ihre eigenen Säfte und zugleich äussere Feuchtigkeit, wenn sie in die Scheune kommen; das Anhäufen in Massen, und der daraus entspringende Druck hindern den Luftzug, und unterhalten im Innern jene doppelte Nässe. Dadurch entsteht bald Gährung, Zersetzung der Säfte und des Wassers, freiwillige, *durch den Druck der Masse unterstützte* Temperatur-Erhöhung, Entwicklung von Gasarten, es beginnt ein schwaches, aus Mangel der freien Luft verzögertes Verbrennen, mit sichtbarem Dampf und Rauch. Nach dieser Vorbereitung darf man die angehäuften, gepressten, und erhitzte Masse nur irgendwo lüften, um ein Verbrennen mit Flamme zu erhalten. Unterbleibt dieses, so muß der Grad der Gährung und der Hitze noch höher steigen, muß sich aus dem Innern der angehäuften Masse auswärts verbreiten, bis sie die Schichten erreicht, welche mit der umgebenden Luft in unmittelbarer Verbindung stehen; dann reicht ein schwacher Luftzug hin, das Ausbrechen in Flamme zu bewirken. Und nun die Aehnlichkeit zwischen diesem Luftzünder und dem leuchtenden Holze — sie besteht in folgenden Umständen:

a) Beym Stammholz, bey Gesträuchen, und überhaupt bey kräftigen Pflanzen ergiebt sich nie eine Phosphorescenz, so lang ihre Vegetation ungehindert fort dauert. (Das Leuchten einiger Pflänzchen und Moose am Harz, das Blitzen einiger Blumen, u. dergl. wollen wir jetzt bey Seite lassen, und als besondere Fälle, als Ausnahmen von der Regel, späterhin betrachten.) Frisches Gras aufgehäuft, wird faulen, aber sich nie entzünden.

b) Zur Einleitung des Verbrennungsprocesses wird beiderseits *mässige* Feuchtigkeit, *gehemmter* Luftzug, und *äusserer* Druck erfordert. Die freiwillige Phosphorescenz muß bey Baumwurzeln, Aesten, und Stammhölzern immer unter der Erde eingeleitet werden. Hatten die Wurzeln, nach der Fällung des hohen Stammes, noch am Strunk, besitzten sie ihren Vorrath von natürlichen Säften, bleiben sie mit feuchter Erde bedeckt, so erfolgt die Phosphorescenz zuverlässig. Wollen wir Baumäste zum Leuchten bringen, so müssen sie vom *vegetirenden* Baume abgehauen, und unter die Erde vergraben werden; vorläufig gedörretes, oder im Sonnenschein stark ausgetrocknetes Holz kann späterhin unter der Erde nur schwer, und nur bey eintretender Fäulniß zur Phosphorescenz kommen. Gerade so verhält sich die Sache bey Heu und Stroh: ist es nach dem Mähen im Freien sehr trocken geworden, so wird es sich in der Scheune nicht mehr entzünden, wenn es auch feucht wird, wie denn die untersten Schichten häufig auf einem feuchten Boden aufliegen, und die obersten manchmal, ohne Gefahr, vom Regen benetzt werden. Jene Schichten verschimmeln, aber sie leuchten nicht; nur durch eine künstliche Wässerung kann man diese Erscheinung bey Heu

Heu, beym Sägemehl des Holzes, u. dergl. manchmal bewirken; allein es wird dazu viele Zeit erfordert und der Erfolg ist ungewiss.

c) Das schwache Verbrennen bey feuchtem Heu und Stroh geht bereits im Innern der angehäuften Masse vor, also bey sehr sparsamer und gehemmter Communication mit der atmosphärischen Luft: das Leuchten der Baumwurzeln beginnt sehr wahrscheinlich schon unter der Erde; wenigstens bemerkte ich dieses Licht häufig bey Wurzeln, welche so eben ausgegraben, und frisch vom Walde in den Keller gebracht wurden. Eben darum nützt auch das Einhüllen in feuchtes Papier sehr viel.

d) Das auffallende Verbrennen dort, und die volle Phosphorescenz hier fordert gleichmässig den ungehinderten Zutritt der Luft.

e) Beiderseits ist eine unverkennbare Zersetzung der Substanzen, eine Gährung, dem Verbrennungsproceß vorausgehend, und denselben begleitend, vorhanden.

f) Mithin werden beide Erscheinungen auf dieselbe Art eingeleitet, befördert, fortgesetzt, und auch gehindert oder zerstört.

§. 44.

So viel von der Aehnlichkeit beider Phänomene; jetzt wollen wir auch ihre gegenseitigen Abweichungen betrachten. Diese bestehen hauptsächlich in zwey Umständen; man bemerkt nämlich einerseits eine auffallende Temperatur-Erhöhung, andererseits nicht die mindeste; der eine Proceß endiget gewöhnlich mit einem wirklichen Verbrennen der Substanz, der andere schrenkt sich auf ein sehr schwaches, nur im Finstern bemerkbares Leuchten ein. Warum wir beym leuchtenden Holz keine Entwicklung der Wärme bemerken, kömmt meines Erachtens von der geringen Quantität der Masse her, worin dieses Leuchten vor sich geht, und womit wir unsere Versuche machen. Allerdings muß bey einzelnen Baumwurzeln das Freiwerden und Verbreiten der Wärme für sich schon sehr gering seyn; ausserdem sind diese Wurzeln so lang sie im Boden stecken, mit feuchten Erdreich umgeben, im Keller aber auf der Oberfläche so feucht, daß alle entstehende Wärme sogleich abgeleitet, und für das Gefühl so wie für das Thermometer unmerklich wird. Ferner geht der Zersetzungsproceß beym Holz ohne Vergleich langsamer vor sich, als beym nassen Heu, daher er auch nie bis zum wirklichen Verbrennen mit Hitze und Flamme anwachsen kann. Also zu geringe Masse, zu langsamer Proceß, zu schnelle Ableitung der entstehenden Wärme sind die drey Gründe, woraus sich aller Unterschied der beiden Phänomene hinreichend erklärt. Ein Versuch im Großen könnte nur so veranstaltet werden, daß man einen beträchtlichen Haufen Sägemehl von *frisch gefällten* Bäumen mässig befeuchtet in einer vor Luftzug geschützten Scheune aufthürmte, und sich selbst überliesse; dann würde man vermuthlich denselben Erfolg wie bey nassem Heu erhalten. Daß dieses mit angehäuften Scheitern oder Wurzeln nicht angeht, ist sehr begreiflich; indem sie sich, andere Umstände bey Seite gesetzt, nie so genau berühren, daß nicht die Luft durchstreichen könnte.

§. 45.

Man kann sich also die Phosphorescenz des Holzes, und anderer Vegetabilien auf folgende Art erklären: sobald der Kreislauf der Säfte durch Fällung des Baumes gehemmt worden, und der Strunk samt den Wurzeln noch in der Erde zurück bleibt, so gerathen zu erst der Schleim, der Extractivstoff, das Setzmehl, und die Oele der Wurzeln in eine schwache Gährung, welche durch die natürliche Feuchtigkeit und Wärme des Erdreichs unterstützt wird. Eine nothwendige und die nächste Folge hievon ist die Zersetzung, die Lösung des Bandes, welches jene Bestandtheile unter sich, und mit der Holzfaser zusammenhielt, um die Pflanze zu bilden. Die entwickelten Grundstoffe werden frey, und gehen neue Verbindungen ein, lösen sich zum Theil in Gase auf, und entweichen aus dem Körper; wie denn die Pflanzenzersetzungen auf nassem sowohl als auf trockenem Wege immer Gase liefern. Bey den Vegetabilien spielen bekanntlich der Kohlen- und der Wasserstoff die Hauptrolle; letzterer entweicht bey schwachen Auflösungen immer zu erst, manchmal sogar in reinem Zustande als Gas, häufig aber in Verbindung mit anderen, an den Pflanzenkörper schwach gebundenen Stoffen. Da mehrere dieser Grundstoffe in hohem Grade verbrennlich sind, so werden sie bey Berührung der in den Zwischenräumen des Holzes befindlichen, und besonders der äussern Luft ein Lichtphänomen darstellen, welches im Grunde ein schwaches Verbrennen und nur darum so unmerklich ist, weil die Zersetzung der Bestandtheile, und die Entwicklung der verbrennlichen Stoffe äusserst sparsam und langsam vor sich geht.

§. 46.

X. An diesem Lichtphänomen hat der Phosphorstoff häufig einen Antheil.

Bey obiger Erklärung kann man mit Grunde fragen, was denn die freiwillige Entzündung des Wasserstoffgas bewirke, da hiezu gewöhnlich eine beträchtliche Temperatur-Erhöhung erfordert wird. Wir kennen zwar noch nicht alle geheimen Mittel und Kräfte der Natur, dergleichen Verbrennungen ohne fühlbare Wärme, und ohne unser Zuthun einzuleiten, und man könnte sich ohne weiters mit der Beschränktheit unserer Kenntnisse durchhelfen; allein es ist immer besser, in der Erklärung natürlicher Erscheinungen so weit zu gehen, als man kann. Nun wissen wir, daß das gephosphorte Wasserstoffgas die Eigenschaft besitzt, durch Berührung mit athmenbarer Luft sich selbst zu entzünden, und eben so wissen wir dermal, daß sich der Phosphorstoff im Pflanzenreich nicht so sparsam vorfindet, wie man ehemals geglaubt hat. Nehmen wir also an, in Vegetabilien, weche zum Leuchten fähig sind, befinde sich Phosphor als ein Bestandtheil vor, der bey der endlichen Zersetzung in Verbindung mit dem Kohlen- und Wasserstoff entweicht, so ist jener Zweifel gehoben, und die Erklärung vollständig gegeben. Zu dieser Voraussetzung berechtigen uns folgende Erfahrungen:

§. 47.

a) Die Asche aller Pflanzen und Holzarten, das Mehl aller Getreidarten, die Körner aller Hülsenfrüchte enthalten phosphorsaure Kalkerde. Nicht minder äussert sich die Gegenwart des Phosphors im vegetabilischen Gummi und Schleim, im Saft der Zwiebeln, im Extract des Kraftmehls — also in den flüssigen, wie in den festen Bestandtheilen der Pflanzen.

b) Hr. Westrumb fand die Phosphorsäure in allen ölichten, ölhaltigen, und verkohlbaren Substanzen, so wie Meyer im grünen harzigen Theile der Blätter.

c) Die Hrn. Braconnot und Vauquelin erhielten bey der Zerlegung mehrerer Pilze phosphorsaures Kali oder phosphorsauren Kalk. (*Schweigger XII, 253 u. f.*)

d) Albin versichert, aus Senfsaamen wirklichen Phosphor bereitet zu haben, was anderen zwar nicht glückte; doch zeigte sich während der Destillation eine phosphorartige Flamme. (*Macquers chem. Wörterb. Art. Phosphor*)

e) Meine Versuche über das Leuchten der Vegetabilien bey mässiger Erhitzung (*Abh. II. §. 39.*) deuten auf etwas ähnliches. Bey Bohnen und Mays erhob sich auf dunkelheissem Kupfer eine leuchtende Wolke, ein schwaches auflodern, das man mit Grund dem entweichenden Phosphor, oder geposphortem Wasserstoffgas zuschreiben kann. Bey Schmidkohlen und bey dem verfaulten trocknen Holze sah ich hievon keine Spur, wohl aber bey dem Roggenmehl und der Stärke.

f) Wäre der Phosphor im Pflanzenreiche nicht zugegen, wie könnt' er sich in den Knochen und anderen Bestandtheilen der ausschliesslich von Vegetabilien sich nährenden Thiere so reichlich vorfinden? als ein unzerlegbarer Stoff kann er nicht erst erzeugt werden, sondern er geht nur mit der thierischen Substanz Verbindungen ein, indem er sich von den Pflanzen trennt; so wenigstens betrachte ich die Sache.

§. 48.

Jetzt wäre nur noch die Frage zu erörtern, wie der, stets nur in Verbindung mit Sauerstoff, Erden, und Kalien in der Natur vorkommende Phosphor zum Leuchten beytragen könne, da er nicht frey ist? Ich glaube die Schwierigkeit dadurch zu heben, dass ich annehme, der Phosphor werde, bey der freiwilligen Zersetzung der Vegetabilien während ihrer Verwesung, in den Pflanzen selbst entsäuert, und so von Wasser- und Kohlenstoff aufgenommen, und angezogen. Die Pflanze erhält ihren Phosphor-Gehalt aus dem Mineralreich, das Thier aus dem Pflanzenreich, der Chemiker aus dem Thierreich. Dieser versteht die Kunst, den mit Erden, Kalien, und Säuren verbundenen Phosphor durch starke Reagentien, durch glühende Kohlen, u. dergl. frey darzustellen, und in Stangen zu bilden. Man wird wohl der Natur die Kräfte nicht absprechen, ähnliche Analysen zu bewirken? Sind doch die phosphorsauren Kalien schon im Wasser leicht auflöslich: entweicht doch ein Theil des Phosphors schon bey mässiger Wärme mit Licht und Verbrennen aus den thierischen und vegetabilischen Substanzen, u. dergl.; sollen nicht der Wasserstoff und der Kohlenstoff der Pflanze eine ähnliche Kraft besitzen, den Phosphor aus seinen Verbindungen los-

loszumachen, und sich zuzueignen? Warum zerstört das Wasserstoffgas die Leuchtkraft des Holzes nicht? (§. 172.) Woher rührt das auffallende Dampfen und Wallen des Stangenphosphors in Kohlensaurem Gas? (§. 51.) ein Phänomen das man in vollkommener Dunkelheit, und wiederholt betrachten muß, um es gehörig zu würdigen — nur muß man den Versuch etwas im Grossen veranstalten.

§. 49.

Das Leuchten der Erdäpfel, der Melonen, u. dergl. deutet nach allen Umständen (§. 56.) auf eine Zersetzung, innere Gährung, Entwicklung verbrennlicher Gase. Es wird gewöhnlich dadurch eingeleitet, daß diese Früchte in feuchten Behältnissen oder Kellern aufgehäuft liegen. Gut eingebrachte, und an einem lüftigen, temperirten Ort über Winter aufbewahrte Erdäpfel werden mit eintretenden Frühjahr wohl keimen, aber nicht faulen, mithin auch nicht leuchten.

§. 50.

Endlich das Leuchten noch vegetirender Pflanzen, worunter ich jenes einiger Schwämme, Moose, und Pflänzchen als zuverlässig zähle (§. 57.) erinnert uns an einen Proceß, den wir ohne jene Erscheinung leicht übersehen könnten. Ich will meine Ansicht durch ein Beispiel versinnlichen. Das Leben einer unter günstigen Umständen aufkeimenden Eiche kann man in drey Perioden theilen: die erste begreift das Entspringen aus dem Samen bis zum vollendeten Wuchs: die zweite den Stillstand des Wachstums, und die kräftigste Vegetationsperiode: die dritte das allmähliche Abnehmen bis zum freiwilligen Absterben — Ein Zeitraum von vielen Jahrhunderten — Die Schwämme hingegen schießen über Nacht auf, und verwesen in wenigen Tagen wieder — Also, was so geschwind zur Reife kömmt, geht auch eben so geschwind der Verwesung entgegen. Aufkeimen und Verwesen stehen so nahe beysammen, daß sie in einander eingreifen, und manchmal in demselben Subject gleichzeitig existiren; daher bey noch vegetirenden Schwämmen und Moosen die Möglichkeit einer Phosphorescenz, welche nur die Folge der Verwesung ist. Wir werden in zweitem Abschnitt sehen, daß bey den zarten Seewürmern und Mollusken derselbe Fall eintritt. Um dieses schwache Licht zu erhalten, brauchen wir keine auffallende Fäulniß, sondern nur eine Zersetzung der Säfte, welche bey Schwämmen u. dergl. immer vor sich geht, aber eben so schnell durch den Zufluß neuer Säfte ersetzt wird.

Wer das zufällige Blitzen einiger Blumen als eine Phosphorescenz dieser Art betrachtet, wird es schwerlich erklären, ohne seine Zuflucht zur Entwicklung eines verbrennlichen Gases zu nehmen, worauf der dictamnus albus deutet §. 57. c.

Hiemit glaube ich die freiwillige Phosphorescenz des Pflanzenreichs hinlänglich erklärt, und die verschiedenen Erscheinungen auf dieselben Grundsätze zurückgeführt zu haben.


~~~~~

VIERTES KAPITEL

Anwendung und Erörterung.

§. 51.

**D**as freiwillige und so lang anhaltende Leuchten des in Verwesung übergehenden Holzes ist nicht nur die merkwürdigste aus allen Phosphorescenzen, die ich auf fünf Arten reducirt habe, sondern sie ist überhaupts eine der interessantesten Naturerscheinungen, welche sich freiwillig und ohne unser Zuthun ergeben; nur darum weniger bekannt, weil sie blos in der Finsterniß bemerkt wird: sie ist ein Verbrennungsproceß, den wir bisher weder gehörig aufgefaßt, noch der verdienten Aufmerksamkeit gewürdigt haben, obgleich sich in der gesammten Naturkunde schwerlich ein zweites Beispiel dieser Art auffinden läßt; denn das schwache Leuchten des Stangenphosphors bleibt weit hinter jenem des Holzes zurück, obgleich beide viele Aehnlichkeit miteinander haben. Ich schame mich nicht, freimüthig zu gestehen, daß hiedurch meine Begriffe über das unmerkliche Leuchten und Verbrennen gar sehr sind erweitert und berichtigt worden. In meiner zweiten Abhandlung (§. 107, u. f.) glaubte ich mich berechtigt, das Leuchten des in Eis eingeschlossenen, und des bey einer Temperatur —  $4^{\circ}$  R. noch sichtbar glänzenden Phosphors als ein reines Lichtphänomen betrachten zu dürfen; allein das leuchtende Holz auf schmelzendem Eise verhält sich gerade so, und liefert einen Beweis, daß auch bey niedrigen Temperaturen noch eine Säuerung mit Verbrennen und Leuchten möglich ist. Unser Urtheil über die wirklichen, bey manchen Erscheinungen statthabende Temperatur ist überhaupts sehr einseitig und trüglich, weil wir nur die äussere Wärme bemerken; so ist z. B. das Licht zweier, in eiskaltem Wasser geriebenen Kieselsteine zuverlässig eine Folge der durch Reiben erregten Hitze, die uns weder das Gefühl, noch das Thermometer andeutet. Die Temperatur-Erhöhung, welche im Innern des Körpers entsteht, ist ihrer Natur, Wirkung, und Verbreitung nach verschieden von der, die wir durch äussere Hitze, und durch Mittheilung im Körper erregen: das Mittel zwischen beiden halt die Erwärmung durch Druck, Reiben.

§. 52.

Wir bedienten uns bisher des Stangenphosphors, um zu erfahren, ob ein gegebenes Gas noch Sauerstoff enthalte; das leuchtende Holz würde hiezu viel schicklicher seyn, wenn man es immer sogleich bey Handen hätte, und wenn man nicht befürchten mußte, daß es noch einen kleinen Antheil athmenbarer Luft in sich enthalte, wodurch die Prüfung zweifelhaft wird, was aber bey consistentem, noch nicht faulem und dennoch leuchtendem Holze so ziemlich wegfällt. So viel giebt die Erfahrung, daß Holz auch in solcher Luft noch eine Zeitlang leuchtet, in welcher der Phosphor bereits verlöschen ist.



## §. 53.

In meiner 2ten Abh. (§. 113) fand ich, daß der Stickstoff, der Schwefel, das Wasser, und die Kochsalzsäure eine eigenthümliche, auflösende Wirkung auf den Stangenphosphor äussern; hier geht aus meinen Erfahrungen theils mit Holz, theils mit Fischen, wie wir unten sehen werden, neuerdings hervor, daß das Stickstoffgas, das Wasserstoffgas, das Sec- und Kochsalz einen besonderen Einfluß auf die Phosphorescenz haben: Nicht minder fand ich, daß das Wasserstoffgas selbst auf das leuchtende Holz verschieden wirke, je nachdem es aus Zink und verdünnter Salzsäure, oder aus Eisen und verdünnter Schwefelsäure bereitet wird; denn im erstern hielt das Licht immer länger aus, als im letztern, so sehr ich auch für die Reinheit der Gase gesorgt hatte; gerade als wenn sich aus der Salzsäure etwas mit der erzeugten Luft verbinde, und in die Vorlage übergieße. So will man auch bemerkt haben, daß kohlen-saures Gas nach Verschiedenheit der Bereitung auf die thierische Oekonomie verschieden wirke, und daß die glimmende Kohle und der glühende Kalkstein das schädlichste aus allen liefern. Jene Aehnlichkeit zwischen dem Phosphor und Holze in Bezug auf Stickstoff, Wasserstoff und Salzsäure liefert einen neuen Beweis, diese Phosphorescenz als ein schwaches Verbrennen des gephosphorten Wasserstoffgases anzusehen. Die Affinität des Stickstoffs und des Wasserstoffs zu Phosphor ist dermal erwiesen; jene zu Kohlenstoff scheint mir nicht minder dargethan.

## §. 54.

Gegenwärtiger Aufsatz kann auch einiges Licht über die Entstehung und Erklärung der Irrlichter verbreiten. Man hat es seit der Entdeckung der verschiedenen Luftarten mit vieler Wahrscheinlichkeit als ein schwaches Verbrennen des gephosphorten Wasserstoffgases, welches sich aus den abgestorbenen Pflanzen sumpfiger Gegenden entwickelt, angesehen, und mir scheint diese Erklärung noch immer die wahrscheinlichste, besonders seit meinen Untersuchungen über das Leuchten des Holzes. Da man die Irrlichter vorzüglich an Sumpfen und Moosen bemerkt, da ihr Licht sehr schwach und nur zu Nachts sichtbar ist, ohne fühlbare Temperaturerhöhung, von freien Stücken entsteht und verschwindet, bey Windstille ruhig über der Erde schwebt, mit bewegter Luft sich gleichfalls fortbewegt, u. dergl., so muß der Leuchtstoff aus der Erde hervordringen, und zugleich so leicht verbrennlich seyn, daß er mit der umgebenden Luft verbunden freiwillig in eine schwache Flamme ausbricht. Diesen Stoff enthalten die verwesenden Pflanzen sumpfiger Gegenden, und die Eigenschaft freiwillig zu verbrennen das Phosphorwasserstoffgas. Gioanetti zu Turin sah lichte Streifen entstehen, als er am Ufer einer Quelle, welche man als leuchtend ausgab, den Rasen mit seinem Stocke aufritzte. (*Journal de Phys.*)

## §. 55. a)

Ich erlaube mir hier einige Bemerkungen über zwey Stellen des klassischen Werkes (*Systeme des connaissances chimiques*) des Hrn. Fourcroy, wo er (T. VIII, p. 222. u. f.) vom



Faulen des Holzes und vom Rösten des Flachses redet. Man sieht wohl, daß es seine Absicht nicht war, diese zwey wichtigen Proceſſe näher zu untersuchen, die er übrigens der Aufmerksamkeit des Naturforschers ganz vorzüglich empfiehlt.

Gesundes Holz, sagt er, geht nach einigen Jahren in Fäulniß über, wenn es immer der feuchten Luft ausgesetzt ist, oder an solchen Orten liegt, wo die Ausdünstung wegen dem gehemmten Luftzug, nicht frey vor sich gehen kann, z. B. in dichten Waldungen, in eingeschlossenen Hofräumen, Kellern, und unterirdischen Behältnissen. Hiebey ergeben sich nach und nach drey Hapterscheinungen: das Holz phosphorescirt, es verbreitet einen Geruch wie Pilze und Schwämme, es verliert seine schleimigen, öligen, Extractivstoff- und Setzmehlhaltigen Theile. Die Folgen hievon sind Verminderung der Festigkeit, des Gewichtes, und der Verbrennlichkeit: die wenige durch Verbrennen erhaltene Asche liefert ein eigenes, an Schwefelsaurer Soda reiches Salz — so weit Hr. Fourcroy; hierüber biethen sich folgende Bemerkungen dar:

Wir wissen, daß gesundes, zur rechten Zeit gefälltes, und trocken verarbeitetes Holz unter günstigen Umständen Tausende von Jahren aushält, ohne zu faulen; daß es hingegen aus Mangel an Trockne und Luftzug bereits nach einigen Jahren in Verwesung übergeht. Im letztern Falle wechseln die Erscheinungen mit dem Umständen, und es trifft nur selten alles so zu, wie es Hr. Fourcroy annimmt. Ich erwähne und unterscheide hier folgende Umstände:

- a) Holz von aussen ganz mit Wasser umgeben, Brückenpfeiler:
- b) Holz von aussen und innen mit Wasser in Berührung, die Wasserteicheln der Pumpbrunnen:
- c) Holz von aussen mit feuchtem Erdreich, und inwendig mit Wasser in Berührung — die Teicheln der Wasserleitungen
- d) Holz mit mässig und abwechselnd feuchtem Erdreich bedeckt — die Stamm- und Seitenwurzeln der Strunke, vergrabenes Holz;
- e) Holz über dem Erdreiche, unter den von Hrn. Fourcroy angenommenen Umständen, wozu wir auch das Grubenholz in den Bergwerken rechnen können.
- f) Holz der freien Luft ausgesetzt, aber auch allem Wechsel der Witterung: Feldstangen, der obere Theil von den Strunken, welche nach Fällung des Baumes in der Erde stecken bleiben.
- g) Das Innere hohler Bäume, u. s. f.

Bey jedem dieser sieben Fälle wird das Holz nach und nach andere Erscheinungen darbiethen. In Hinsicht der Phosphorescenz habe ich bereits oben (§. 4 bis 8.) einige Fälle betrachtet. Sie wird sich äusserst selten finden bey solchem Holz, wie es Hr. Fourcroy annimmt, z. B. in eingeschlossenen Hofräumen, feuchten Kellern, unterirdischen Behältnissen, Bergwerken. Die Fäulniß dieses Holzes nimmt einen ganz andern Gang; es stockt, wie wir sagen, wird morsch und zerreiblich, die Faser selbst wird angegriffen, der Pilzengeruch ist viel auffallender, und die Zersetzung gleicht mehr einer gewaltsamen Zerstörung; daher auch die chemische Zerlegung des Ueberrestes andere Resultate liefert, und die



die Phosphoreszenz-Periode übersprungen wird. Sehr langsam und minder zerstörend geht die Faulniss bey Holzstöcken (f) vor, aber auch hier wird zuletzt die Faser angegriffen; sie erhalten ihre Phosphoreszenz von den unter der Erde steckenden Wurzeln. Einen besondern Fall liefert das Holz hohler Bäume, wozu die erste Veranlassung, wie ich glaube, die von aussen eindringende Nässe ist. An ihrer Phosphoreszenz in der ersten Periode der Verwesung zweifle ich nicht; allein man kann sie nicht beobachten.

Ueber das Verhalten der Blätter-Blumen- und Früchten-Stengel, der holzartigen Halme der Gräser, der dünnen Aestchen der Gesträuche, wenn sie verwesen, hat man noch gar keine Beobachtungen gemacht; man kennt wohl die Hauptveränderungen, denen sie während der Verwesung unterworfen sind, ob sie aber auch leuchten, läßt sich weder bejahen, noch verneinen. Uebrigens bin ich der Meinung, daß alle Vegetabilien, durch eine geschickte Behandlung, zum Leuchten, häufig auch zum wirklichen Verbrennen mit Flamme, ohne äussere Temperatur-Erhöhung können gebracht werden. Erfahrene Oekonomen gaben mir hierüber folgende Aufschlüsse: a, Wenn man *frisch gemähtes Gras* (Futterkräuter) einbringt, und aufhäuft, so wird es zwar verderben, und faulen, aber sich nie von selbst entzünden; vermuthlich wegen zu vieler Nässe. — b) Wenn das Gras im Freien gut gedörret, und von der Sonnenhitze so zu sagen geröstet wird, so darf es in der Scheune, wo es aufgehäuft liegt, darauf regnen, ohne daß es sich entzündet (auch Holz wird durch Dörren zur Phosphoreszenz unfähig gemacht); wird aber das Heu nicht ganz trocken eingebracht, so läuft es Gefahr, nach und nach sich selbst zu entzünden, wozu das Spathen (Grummet) geneigter ist, als das Altheu des Sommers; dieses darf ohne Schaden noch spät Abends von der Wiese eingebracht werden, jenes nicht leicht nach 3 Uhr Abends — Unterschied der trocknen oder feuchten Sommer- und Herbstluft. c) Die Waldstreu, aus Moos und Baumblättern, muß sehr trocken seyn, wenn sie sich aufgehäuft nicht entzünden soll. d) Korn und Waizen entzünden sich in der Scheune viel seltener, als die Gerste, welche hiezu, bey schwacher Feuchtigkeit, sehr geneigt ist — grössere Anziehung der atmosphärischen Dünste, mehr Geneigtheit zur Verwesung.

### §. 55. b)

Das Rösten des Flachsés, Hanfes, u. dergl. hat viel ähnliches mit der ersten Periode des verwesenden Holzes, und in so weit findet es hier einen Platz. An einigen Orten geschieht dieses Rösten durch Versenken in laufendes oder stehendes Wasser, an anderen durch Ausbreiten auf Wiesen, Heiden, oder Halmfeldern; daher der Unterschied zwischen *Wasserflachs* und *Landflachs*. Vom Rösten unter freiem Himmel macht Hr. Fourcroy keine Meldung, vermuthlich weil es in der Gegend um Paris nicht gebräuchlich ist; allerdings hat es mehrere Unbequemlichkeiten, weil es gar sehr von der zufälligen Witterung abhängt, und daher manchmal sechs Wochen lang dauert, da das Rösten in einem laufenden Bache binnen sechs Tagen vollendet ist. Allein der Landflachs hat bey Kennern vor dem Wasserflachs den Vorzug; er ist zwar nicht so sehr übereilet, und die Pflanze mehr sich selbst weis, liefert aber mehr Haack und weniger Werg; das Haar selbst ist milder und minder brüchig; zwey wesentliche Vortheile, die davon herrühren, dass der Process nicht so sehr übereilet, etc.



überlassen wird. Bekanntlich muß man das Rösten gerade zur rechten Zeit endigen, nicht zu frühe und noch weniger zu spät. Der Zweck dieser Operation ist kein anderer, als die holzartige Rinde von der Faser zu trennen, und das Gluten, welches die Fasern zusammen hält, zu zersetzen. Etwas ähnliches geht mit dem Holz vor, welches während dem Phosphoresciren zersetzt wird; daher man auch bey dem Landflachs eine phosphorische Erscheinung erwarten kann; stellt sie sich nicht ein, so mag es daher kommen, weil das sparsame Entweichen des Leuchtstoffs bey so dünnen, und zerstreut liegenden Stängelchen unmöglich kann bemerkt werden. Der Wasserflachs wird so wenig leuchten, als das unter Wasser liegende Holz; wird aber Flachs und Hanf naß aufgehäuft, so entsteht das allmähliche Selbstentzünden, wie bey dem feuchten Heu und Stroh; also ist das schwache Leuchten, und das wirkliche Verbrennen im Grund derselbe Proceß, nur dem Grade nach unterschieden.

### §. 56.

Der unbedingte Ausdruck, dessen man sich allgemein bedient: *Leuchten des faulen Holzes*, ist nur seiner Kürze halber zu gedulden, übrigens aber sehr schlecht gewählt, weil er auf den falschen Wahn verleitet, daß das Holz nur im Zustande einer unverkennbaren, beinahe vollendeten Fäulniß leuchtet, da doch bey dem regelmässigen, und ungestörten Gang der Natur dieses Leuchten eigentlich nur der Vorläufer der bald eintretenden Verwesung ist; das nun freilich beinahe bis zur vollendeten Zersetzung aushält. Bey der thierischen Phosphorescenz würde dieser Ausdruck bestimmt falsch seyn, indem weder Fische, noch Fleisch mehr leuchten, wenn sie zu faulen anfangen.

### §. 57.

Hr. v. Humboldt führt in seiner vortreflichen Schrift: *über die chemische Zerlegung des Luftkreises*, S. 250 die durch das Zeugniß aller Bergleute bewährte Erfahrung an: *daß das unterirdische Grubenholz sich beinahe nie im Zustand der Phosphorescenz befindet*, und er fügt die Vermuthung hinzu: „die Ursache dürfte in der Finsterniß, und im vieljährigen Mangel an Sonnenstrahlen liegen, dem das Grubenholz unterworfen ist, weil vermuthlich das Leuchten des faulen Holzes eine Phosphorescenz durch Insolation sey.“ Ich schmeichle mir, diesen Zweifel genugthuend erörtert zu haben. Die Hauptursache dieses Nichtleuchtens liegt theils an Uebermaß von Feuchtigkeit und Nässe, theils am unordentlichen, vielfältig und schädlich modificirten Gang der Zersetzung und Verwesung (§. 7). Die tief gesenkten Stamm- und Seitenwurzeln des nach vollendetem Wuchs gefälltten Baumes geniessen während ihrer ganzen Existenz nie den wohlthätigen Einfluß des Sonnenlichts; nichts desto weniger fängt gerade bey diesen die *regelmässige* Phosphorescenz des Holzes an, und erst von diesen verbreitet sie sich auf den aus der Erde hervorragenden Strunk (§. 4.) Auch giebt es keine leichtere und zuverlässigere Art, sich durch die Kunst leuchtendes Holz zu verschaffen, als daß man Baumäste unter mässig feuchtes Erdreich vergräbt, und so lang liegen läßt, bis sie sich der Verwesung nähern. Gegen die Meinung: daß bey dem Holz eine Phospho-



phorescenz durch Insolation vdrgehe, giebt es noch viele andere Gründe, die man in meiner ersten Abhandl. findet. Uebrigens hat auf das Leuchten, und auf die sich ergebenden Resultate nichts so grossen Einfluß als die Beschaffenheit des Holzes. Wer sich die Mühe giebt, meine Schrift mit den in der Einleitung aufgezählten zu vergleichen, darf diese Erinnerung nicht vergessen.

### §. 58.

Der unermüdete Kunkel behauptete, aus allen der Verwesung unterworfenen Körpern Phosphor bereiten zu können, und seine Behauptung ist in der Natur gegründet. Wer sich bey chemischen Untersuchungen blos den Vortheil der Wissenschaft zum Zwecke ausstecken kann, ohne zugleich den Aufwand von Zeit, Mühe, und Kosten mit in Anschlag bringen zu müssen, dem wird es gelingen, aus Pflanzenstoffen nicht minder als aus thierischen, ja selbst aus mineralischen Stangenphosphor darzustellen. Der Versuch mit Vegetabilien verdiente wiederholt zu werden, weil man den von Albin (§. 46, d.) in Zweifel zieht, freilich nur aus dem unstatthaften Grunde, daß er nicht glückte. — —

### §. 59.

Das leuchtende Holz ein Pyrophor — und zwar wie ich glaube, der einfachste, ungekünsteltste, lehrreichste aus allen, dem nur die todten Seefische den Rang streitig machen. Wie eckelhaft war nicht die Bereitung des ersten, nach des Erfinders Homberg Methode — das Gegenstück zu Kunkels Phosphor. Lemery's jüngster Sohn setzte an die Stelle des Eckelhaftesten das süsseste, Zucker und Honig. Erst spät kam man auf das rechte Verfahren, noch viel später auf die ächte Erklärung. Rechnet man auch die verpuffenden Substanzen zu den Pyrophorn, so hat sich ihre Zahl bereits in's Unbestimmte vermehrt. Mein Pyrophor empfiehlt sich freilich durch Nichts, was Aufsehen zu machen pflegt; weder Blitz, noch Donner, noch Flamme erregt hier Staunen, und das Phänomen selbst ist nur bey eitler Nacht bemerkbar, zu einer Zeit, die man gern dem Astronomen zu ernsthaften Beobachtungen überläßt. Allein dieß alles benimmt dem Interesse der Naturerscheinung nichts. Sie hat aber mit anderen Pyrophorn nichts gemein, als etwa die Wirkung der Feuchtigkeit, und die Bildung verbrennlicher Gase. Ueberall geht eine Wasserzersetzung vor, wie ich bereits in meiner Petersburger-Preisschrift (§. 210—213.) erinnert habe. Das schwache Leuchten des Holzes, dem Selbstentzünden feuchter Vegetabilien, wenn sie in Masse aufgehäuft sind, ähnlich — diese zerfallen in zwey Klassen: bey der einen wird Feuchtigkeit und Druck, bey der andern durch Rösten entwickelte Fette und Druck erfordert. Zur ersten gehören Heu, Stroh, Moos, Laub, Dünger, Sagespäne von gesundem Holz, Hanf, Flachs, frisch vom Acker eingebracht, u. dergl. zur zweiten Reiskörner, Erbsen, Bohnen, Kaffee, Rocken, Waizen, Gersten, Cardobenedicten, Cichorienwurzeln, u. dergl., wenn sie vorläufig geröstet, und dann gemahlen werden, letzteres darf bey kleinen Körnern auch wegbleiben: eben so Hanf, Flachs, Kräuter, Kienrufs mit Oelen behandelt. Starker Druck thut hiebey

Z z

doppel-





doppelte Dienste, er erhöht die Temperatur der Substanz und hindert den Luftzug. Je mehr die Versuche in's Grofse gehen, desto zuverlässiger und geschwinder erfolgt das Selbstentzünden. Auch Holz würde eine auffallende Erscheinung liefern, wenn man einen ganz Stamm unter Erde hiezu vorbereiten wollte. Ich kann mich nicht enthalten, Ritter's Traum (so nenne ich gar viele seiner Aphorismen) herzusetzen:

„Der absolute Pyrophor ist die Welt, die Natur. Sie zündet sich in und durch sich selbst, ist Entzündendes und Entzündetes zugleich — der eigentliche Selbstzünder. *Fragmente n. 516.*

### §. 60.

Nur wenige der oben angeführten Schriftsteller haben ihre Meinung über die Ursache dieser Phosphorescenz bestimmt geäußert, sondern sich damit begnügt, die Erscheinung näher zu betrachten, und ihre Resultate bekannt zu machen; aber auch diese fielen sehr verschieden aus, wie man aus des Hrn. Böckmann Vergleichung eigener mit fremden Versuchen (a. a. O. S. 22. u. f.) sehen kann. Die Ursache hievon liegt größtentheils in der Verschiedenheit des benutzten Holzes; manchmal auch in der Verfahrungsart — Allein es sey fern von mir, über fremde Arbeiten einen kritischen Commentar zu schreiben. Jeder liefert seine Resultate getreu, und sagt seine Meinung unbefangen; die Nachwelt wird das Urtheil sprechen.

In des Hrn. Gärtner Aufsatz kommen sehr gründliche Bemerkungen eines erfahrenen Brunnenmeisters vor, wie denn die ganze Abhandlung viel Gutes enthält, was mir erst itzt auffällt, nachdem ich diesen Gegenstand selbst sehr umständlich behandelt habe. Die Erfahrung ist immer die beste Lehrmeisterin der Naturkunde.



## ZWEYTER ABSCHNITT.

## Die Phosphorescenz des Thierreichs.

*E i n l e i t u n g.*

**D**as im Dunkeln bemerkbare Leuchten organischer Substanzen kömmt viel häufiger im Thier- als im Pflanzenreich vor, und es erstreckt sich unter gewissen Umständen über alle sechs Klassen des Linneischen Systems. Meiner Meinung nach ist jedes Thier nach dem Tode der Phosphorescenz fähig; allein diese Fähigkeit bey jedem Individuum zur Wirklichkeit zu bringen, ist für uns noch ein Geheimniß, das unsere Nachfolger entdecken werden, vielleicht sogar ohne viele Mühe; denn es kann nicht tief liegen. — Nirgends zeigt sich der regelmässige Gang der Natur beym freiwilligen Leuchten so schön wie hier; nirgends spricht sich der gleich anfangs von mir aufgestellte Satz: *dafs nur dort Phosphorescenz eintritt, wo Zersetzung vor sich geht*, deutlicher aus, als hier. Ist gleich nicht jede Zersetzung mit einem bemerkbaren Lichtausbruch begleitet, so giebt es doch umgekehrt kein Leuchten ohne Zersetzung. Je geschickter der Körper zu diesem Proceß, desto sicherer ist er's auch zu jenem Phänomen. Daher giebt es im Thierrich so viele Geschöpfe, welche bereits im lebenden Zustande leuchten. Es sind dieß die zersetzbarsten aus allen, die zarten Schleim- und Schalthiere, die Würmchen und feinem Insecten. Nie aber wird man so etwas bey der kräftigen Klasse vierfüßiger Thiere bemerken, ausser im kranken, widernatürlichen Zustand einzelner Subjecte.

Ein zweiter nicht minder zuverlässiger Erfahrungssatz geht aus dem Ueberblick aller bisherigen Beobachtungen hervor, dafs nämlich die hier untersuchte Phosphorescenz allen Seegeschöpfen ohne Ausnahm, wo nicht im lebenden Zustand, doch sicher nach dem Tode zukömmt; bey den Bewohnern des süßen Wassers aber nur selten, noch seltener und schwerlich ohne unser Zuthun bey den Landthieren eintritt. Also hat das Seewasser am freiwilligen Leuchten der Fische einen großen Antheil. Wie und warum? läßt sich schwer beantworten, zum Theil aus Mangel der hiezu nöthigen Bedürfnisse. Für den Küstenbewohner hat diese alltägliche Erscheinung allen Reitz verloren, und dem entfernten Landbewohner gebricht es an Material zu vergleichbaren Versuchen. In dieser misslichen Lage befand ich mich am Schlusse meiner gegenwärtigen Untersuchungen über die Phosphorescenz. Da das freiwillige Leuchten animalischer Substanzen gewöhnlich und in der Regel nur bey Seethieren





ren vorkommt, diese aber äusserst sparsam hieher kommen, so sah ich mich zum ersten- aber auch zum letztenmal gezwungen, grösstentheils von fremden Beobachtungen und Versuchen Gebrauch zu machen, ohne sie durch Wiederholung immer prüfen zu können. Das Einzige, was man hiebey thun kann, ist, in der Auswahl sorgfältig, und in Anführung seiner Gewährsmänner genau zu seyn. Beides wird geschehen.

Aus Reisebeschreibungen lernt man gewöhnlich nur das Phänomen, und auch dieses manchmal sehr unvollständig kennen. Da aber das Leuchten der Seethiere von jeher viel Aufsehen machte, so geschah es zum Besten der Wissenschaft, daß sich einsichtsvolle Naturforscher von Zeit zu Zeit mit einzelnen Theilen dieser ausgebreiteten Erscheinung beschäftigten, und die Resultate ihrer Erfahrungen bekannt machten, die ich hier im Zusammenhang darstelle, und zur Auffindung der wahrscheinlichsten Ursache benutze. Dank den Männern, welche mir die Materialien zu meinem Gebäude lieferten! Ich werde aber dabey auch meiner häufig verunglückten Versuche kürzlich erwähnen, um andern Mühe und Aufwand zu ersparen, oder sie zu bereden, einen anderen Weg einzuschlagen; in so weit sind auch misslungene Versuche nicht ganz ohne Nutzen.

*Eingeführt* Bey der Reichhaltigkeit eines Gegenstandes, über den man schon sehr vieles geschrieben hat, ist Kürze und Ordnung gleich nothwendig. Das Ganze zerfällt sehr natürlich in drey Kapitel; im ersten handle ich vom Leuchten der Thiere des Meeres: im zweiten jener des festen Landes mit Einfluss der Fische des süßen Wasser, im dritten von der Ursache dieser Phosphorescenz. Immer geht das Factum voraus, dann folgen die nähern Umstände, und hierauf die wissenschaftlichen Versuche, wo einige vorhanden sind; den Beschluss macht eine kurze Anwendung, wie gewöhnlich.



## Vom Leuchten der Seethiere.

### ERSTES KAPITEL.

#### §. 61.

#### *Leuchten des Meeres überhaupt.*

**D**as nächtliche Leuchten des Meeres in allen Längen und Breiten; wohin noch ein Schiff gekommen ist, manchmal auf unübersehbare Strecken verbreitet, vorzüglich bey Gewittern und Stürmen sich fürchterlich schön auszeichnend, zwischen den Wendekreisen mehr als anderwärts bemerkbar und einheimisch, ist eine eben so alte als auffallende Beobachtung: so alt als die Schifffahrt, und von keinem Reisenden zum erstenmal ohne Staunen gesehen. Es ist sehr begreiflich, daß diese Erscheinung, gleich wie sie sich unter sehr verschiedenen Umständen äussert, auch von verschiedenen Ursachen herrühren kann. Joh. Reinh. Forster giebt aus eigenen Erfahrungen derer hauptsächlich drey an: a) die durch Reiben zwischen Wasser und Schifferregte Electricität: b) das von lebenden Seethierchen ausströmende Licht: c) das aus der Fäulnis unzähliger Wesen entspringende, eigentlich phosphorische Leuchten (*Bemerkungen auf seiner Reise um die Welt*, S. 56. u. f.) Christoph Bernoulli, welcher dieses merkwürdige Phänomen in seiner ganzen Ausdehnung umfasste, und mit seltenem Fleisse alle Nachrichten hierüber sammelte\*), fügt obigen drey Ursachen noch eine vierte hinzu, nämlich d) das vom Meere bey Tag eingesogene, und daraus wieder entweichende Licht, also Phosphorescenz durch Insolation. Mit gleichem Recht könnte man e) das bloße Reiben des Schiffes, ohne Dazwischenkunft von Electricität, wenigstens als partielle, Licht hervorrufende Kraft annehmen, wie sich aus meiner Abhandlung über die durch mechanische Mittel bewirkte Phosphorescenz ansehen läßt, Allein die allgemeinste, und auf die meisten Fälle ausschliesslich passende Ursache bleibt immer das eigenthümliche Leuchten lebender und todter Seegeschöpfe, und nur dieses gehört zu meinem Zweck.

#### §. 62.

---

\*) Ueber das Leuchten des Meeres, mit besondrer Hinsicht auf das Leuchten thierischer Körper. Göttingen, 1803. Eine schätzbare Schrift, auf die ich mich öfters beziehen werde.



*Mikroskopische Würmchen, Mollusken, Zoophyten.*

A. Es befindet sich in der See eine im eigentlichen Sinn unzählige Menge der kleinsten Aalchen oder Kugelthierchen: nach Forster kaum so groß als der kleinste Nadelknopf, ganz Schleim und im wahren Verstand Mollusken, manchmal so häufig und zusammengedrängt auf- und in der See schwebend, daß sie auf der Meeresfläche eine zusammenhängende Schleim- oder Oelschichte bilden, und sich zugleich bis auf die Pflanzen des Seegrundes erstrecken, lebendig ausnehmend hell leuchtend, auch nach dem Tode noch auf kurze Zeit damit fortfahrend, wenn man sie zerdrückt oder das aufgefangene Wasser rüttelt. Dieß ist vorzugsweis das ausgebreitetste Geschlecht phosphorischer Seegeschöpfe, auch von jeher am häufigsten beobachtet und untersucht. Man könnte es der Allgemeinheit wegen *Noctiluca marina* nennen, worunter man sonst das Leuchten der See selbst versteht.

B) Ein zweites Thierchen dieser Art ist die *Nereis noctiluca*, gleichfalls sehr häufig in den nördlichen, so wie in den südlichen Meeren vorkommend, von den italienischen und französischen Naturforschern an den Küsten des Mittelmeeres genau bestimmt; von Spallanzani allein mit fünf neuen Gattungen vermehrt. Diesen wollen wir die bereits von Kircher beobachteten Seeanemonen, *Actinia*, und die schönen *Holothurien* beifügen.

C) Von den phosphorescirenden *Medusen* hat uns Spallanzani eine musterhafte Naturgeschichte, und schätzbare Beobachtungen geliefert, wovon ich sogleich Gebrauch machen werde. Er fand sie sehr zahlreich in der Meerenge von Messina, 55 Fuß tief unter Wasser noch sichtbar: eine zweyte, erst nach dem Tod leuchtende Art fand sich noch zahlreicher ein.

D) Man kann zuverlässig annehmen, daß alle Zoophyten, und alle Korallenthier des Meeres lebendig oder todt, leuchten. Unter den erstern sind vorzüglich die leuchtenden Seefedern, *Pennatula phosphorea*, seit den ältesten Zeiten bekannt, weil sie sich dem Beobachter so zu sagen von selbst aufdringen: an den Küsten von Algier, z. B. so häufig, daß manchmal der ganze Seeboden in lichten Feuer steht. Warum wir vom Leuchten der Korallenthier und den Crustaceis (*Blumenbach VI.*) noch nichts bestimmtes wissen, ist unser eigener Fehler, und Mangel an Untersuchungen.

## §. 63.

*Nähere Umstände dieser Erscheinung, rücksichtlich der kleinsten Würmchen (A).*

a) Dieses Leuchten stellt sich nur in der See und an den Küsten ein, verschwindet bereits an den Mündungen der Flüsse, noch mehr im süßen Wasser. Aus der leuchtenden See geschöpftes Wasser leuchtet gleichfalls, wird aber durch Filtriren dunkel: die phosphorischen Thierchen bleiben auf dem Filtrum zurück, und bis zum Absterben sichtbar — später



ter muß man sie zerdrücken, oder das Wasser mit einem Spatel in Bewegung setzen, um nach dem Tod Licht zu erhalten.

b) Gewöhnlich zeigt sich dieses Licht, wegen der winzig kleinen Thierchen nur Funkenweiss; schnell segelnde Schiffe aber ziehen einen Strom von Licht hinter sich her.

c) Bewegung des Würmchen ist eine nothwendige Bedingniß zum Leuchten, daher es sich vorzüglich bey Winden und Stürmen, beym Schifflauf, Ruderschlag, u. dergl. einstellt.

d) Eine mässige Wärme befördert das Leuchten, Erhitzen zerstört es. Es erscheint häufiger in den Sommer- als in den Wintermonaten: schöner und ausgebreiteter in den warmen, als in den gemässigten, und kalten Erdgürteln; nirgends schöner als bey den Maldiven und Lacadiven, doch verschwindet es auch in hohen Breiten und in den Wintermonaten nicht ganz.

e) Unter gleichen Umständen zeigt es sich am häufigsten an schlammigen Ufern, wo zahlreiche Seepflanzen den leuchtenden Thierchen einen festen Anhaltspunct, und einen sicheren Aufenthalt verschaffen. Daher die Nachrichten der Alten vom Leuchten des Meergrases (Alga), des Heeringzuges, der Seemuscheln (des Gehäuses, nicht des Thiers), u. dergl.

f) Dergleichen Seewasser leuchtet nach Dicquemare so stark beym Ungiessen in ein anderes Gefäß, dafs es weder vom Mond noch vom Kerzenlicht verdunkelt wird: unter günstigen Umständen konnte er zu Havre de Grace die See auf mehr als 400 Toisen Entfernung noch sehr schön beleuchtet sehen.

g) Ein geringer Zusatz von Schwefel- Salpeter- oder Essigsäure, von Weingeist, von Kaliauflösungen u. dergl. zerstört das Licht früher oder später.

## §. 64.

### Spallanzani über das Leuchten der Medusen und Seefedern, C.

a) Die genaue Kenntniß der Organisation der Medusen ist zur Erklärung ihrer Phosphorescenz schlechterdings nothwendig. Ich verweise auf Spallanzani's *Reisen in beyde Sicilien*, Th. IV. S: 176 u. f. der deutsch. Uebers. und setze nur die klassische Bestimmung her: *Corpus gelatinosum, orbiculatum, supra convexum, margine fimbriato, subtus quinque cavitatibus, tentaculis quatuor crassioribus centralibus, octo tenuioribus lateralibus longioribus*: ist sehr durchsichtig, löset sich beinahe ganz in eine salzige Feuchtigkeit auf, und diese besteht aus Kochsalz. Man bemerkt Spuren von Maul, Magen, Darm- und Luftröhren. Vier lange cylindrische Fühlfäden stehen mit der Höhlung des Deckels, und acht viel dünnere mit den innern Wänden desselben in Verbindung. Einige dieser Medusen wogen auf 50 Unzen. Ihre Bewegung besteht in einer beinahe ununterbrochenen Zusammenziehung und Erweiterung des Deckels, was man Kürze halber Systole und Diastole, und beide zusammen eine Oscillation nennen kann.

b) Bringt man eine starke Meduse aufs Trockne, so dauern ihre Oscillationen noch 25 Stunden lang fort, ungeachtet sie vermög ihrer Auflöslichkeit bis auf ein Drittheil des Volumens zusammen geschmolzen ist. Auch die einzelnen Theile einer zerstückelten Meduse oscilliren



oscilliren noch lange fort; hiebey kömmt aber vieles auf die Richtung der Durchschnitte an.

c) Ihr Leuchten in dunklen Nächten ist so stark, daß es die Augen blendet, es bleibt noch sichtbar wenn auch das Thier 35 Fufs tief unter Wasser steht: *es ist stärker bey der Systole, als bey der Diastole*: hält manchmal eine halbe Stund ununterbrochen an, und verlöscht zuweilen auf einmal, kömmt aber nach einiger Zeit wieder zum Vorschein. Genauere Versuche haben gelehrt, daß die Medusen zwar unausgesetzt leuchten, und nur dann aufhören, wenn sie nach dem Tode anfangen in Fäulniß überzugehen; daß aber dieses Licht sehr schwach ist, wenn sie mit ihren Oscillationen inhalten, welche überhaupts von der Willkühr des Thieres abzuhängen scheinen. Eine ähnliche Abwechselung entdeckte Spallanzani bey den phosphorescirenden Nereiden.

d) Als eine todte, ganz verloschene, und auf Papier größtentheils zerflossene Meduse in ein Glas voll Brunnenwasser geworfen wurde, fieng sie neuerdings so stark zu leuchten an, daß man eine große Schrift dabey lesen konnte. Das Licht verlösch aber augenblicklich, als man statt dem Brunnen-Salzwater substituirte. Zwey frische Medusen in dreizehn Unzen Quellenwasser zerquetscht reichten hin, ein ganzes Zimmer damit zu beleuchten. Allein nach 22 Minuten nahm das Licht schon ab, und nach anderthalb Stunden war es ganz verlöschen. Durch Schütteln, und Umrühren des Wassers lebte das Licht wieder auf, verschwand aber auch mit der Bewegung. Aus allen Flüssigkeiten dient die Kuhmilch am besten, einen Medusenphosphor zu machen.

e) Durch mässige Erhöhung der Temperatur wurde das Leuchten unterstützt. Bey obigem Versuch stand das Thermometer zwischen 21—23 Gr. Reaum.; nachdem alle Bewegung unvermögend war, das Medusenwasser zum Leuchten zu bringen, wurde es bis auf 30° erwärmt, und nun erschien das Licht neuerdings: bey einer noch höhern Temperatur nahm es zu, verschwand aber zum zweytenmal, als die Hitze merklich vermehrt wurde.

f) Durch vielfaltige Versuche hat sich Spallanzani überzeugt, daß bey lebenden Medusen nur drey Theile die Eigenschaft zu leuchten besitzen, nämlich *die großen Fühlfäden im höchsten Grad, der Rand des Deckels schwächer, und der mit der Oeffnung des Deckels (dem Munde?) in Verbindung stehende Sack am schwächsten*. Das Licht bricht eigentlich aus der in obigen Gefäßen enthaltenen Feuchtigkeit hervor, die sich in vielen Stücken von den übrigen Säften des Thieres unterscheidet; sie ist klebrig, erregt auf der Zunge ein brennendes Stechen, und auf der feinen Haut des Auges ein ätzendes Gefühl; alles dieses bemerkt man bey den übrigen blos salzigen Feuchtigkeiten der Medusa nicht.

## §. 65.

### *Seefedern, Penna marina, D.*

In den *Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana*, Tom. II, Part. II, pag. 607. et seq. liefert Spallanzani eben so lehrreiche Nachrichten über den Bau und die Phosphorescens der grauen und rothen Seefedern. Auch diese leuchten lebendig und todt:

in



in und ausser der See: immer nur, wenn sie sich bewegen, oder in Bewegung gesetzt werden: nie leuchtet der Stamm, sondern nur die Fahne, und auch diese nicht überall gleich lebhaft; der vornehmste Sitz, oder vielmehr die Quelle des Lichts sind die Polypen der Seefeder: so viel sich Polypen in derselben aufhalten, eben soviel weißlichblaue Punkte sieht man glänzen, und zwar so hell, daß der Glanz durch ein Kerzenlicht nur sehr wenig verdunkelt wird. Das Leuchten dieser Polypen rührt, wie jenes der Medusen, von einem schleimigen Saft her, womit sie sehr reichlich versehen sind. Läst man die todten Seefedern mehrere Tage unter Wasser, so werden sie in Schleim aufgelöst, der die ganze Fahne bedeckt, ohne zu leuchten; allein so oft man ihn berührt, oder bewegt, so bricht plötzlich Licht hervor.

Da die Seefedern sich durch Einsaugen immer mit Wasser füllen, so kann man einen leuchtenden Springbrunnen, und eine kleine Lichtsee bilden, wenn man die Fahne ausser Wasser mit der Hand drückt, so daß der Stamm frey bleibt; denn es spritzt aus der am Ende des Stammes befindlichen Oeffnung ein starcker Wasserstrahl hervor.

### §. 66.

*Mitchill in Neuyork über das Leuchten der Mollusken, hauptsächlich der Medusa Simplex und der Nereis noctiluca B. \*)*

Am 15ten Nov. 1800, einem sehr heißen Tage, wo das Thermometer im Schatten um 2 U. Nachm. auf 89° F. und 7 U. Ab. auf 76 stand, war das ganze Ufer wie mit glühenden Kohlen bedeckt, die beständig Funken sprühten: die Wellen der Fluth waren flammend, und das Wasser einige Ruthen tief ausserordentlich hell. Hr. M. fand den Strand mit Mollusken bedeckt, vorzüglich mit der *Medusa simplex*, und der *Nereis noctiluca*, die bey zurücktretender Fluth so dick lagen, daß bey jedem Fußtritt mehrere zerquetscht wurden: Durch Bewegung vom Wasser, von der Luft, und durch Gehen nahm ihr Licht zu, so daß jeder Tritt mit einem anderthalb Fuß breiten Nimbus umstrahlt war. Ihr Glanz war übrigens nur vorübergehend, bald ausbrechend und wieder verschwindend: alles, womit sie in Berührung kommen, z. B. der Sand, die Hände und Kleider, wurde mit einem leuchtenden Schleim überzogen. Bey der Bewegung des Wassers in der Nähe des leuchtenden Sandes bildete sich manchmal ein schnell berstender Feuerball, den man nicht ohne Staunen sehen konnte. (ein verbrennliches Gas?) Während der Zwischenzeit von einer Fluth zur nächsten starben alle diese Thiere; sie wurden in eine Art vom Schleim aufgelöst, und vom Sande eingesogen, Hr. M. nahm einige der grössern Art in Seewasser mit nach Hause, und machte hierüber folgende Beobachtungen:

a) Sie lebten die ganze Nacht hindurch, und waren am Morgen noch so munter als am Abend: um 10 U. starben bereits mehrere, und nach 40 Stunden waren alle dahin, und so sehr desorganisirt, daß auch nicht eine Spur vom Häutchen zurückblieb. Nur war das Was-

\*) Gilberts Annalen XII, 161. u. f.



Wasser etwas trüb, machte einen kleinen Bodensatz und *roch stark nach Phosphor-Wasserstoffgas*.

b) Sie waren beinahe ganz durchsichtig, und nur bey starker Beleuchtung vom Wasser zu unterscheiden: die größten 1  $\frac{1}{2}$  Zoll lang, elliptisch gebildet, die Kleinsten nur noch unterscheidbar. Mit keiner Schwimmblase versehen, konnten sie doch im Wasser steigen und sinken, mittelst ihrer eigenen Bewegung,

c) Bey ihrer Durchsichtigkeit ergab sich folgender Bau im Innern. Sie hatten kein Herz; dennoch sah man ihr weisses Blut bey Tage durch Arterien und Venen sich bewegen, und man konnte die Schläge der Arterien zählen. Die Circulation war bald schneller, bald langsamer, bald ganz ausgesetzt, wahrscheinlich nach Willkühr des Thiers. Acht grosse Arterien empfiengen das blasse Blut von einem gemeinschaftlichen Stamme, der *Vena cava*, und führten es von einer Extremität zur andern.

d) Das zu Nachts bemerkbare Leuchten war aussetzend, und auf gewisse Linien beschränkt: *es gieng in den Arterien und nicht in den Venen vor*, war schön blau, und verschwand manchmal, ungeachtet das Blut schnell fortströmte. Diese Lichtausströmmung findet auch bey Tag statt, was man dadurch bemerkt, daß alsdann die Arterien blaulich oder regenbogenfärbig erscheinen.

e) Es ist wahrscheinlich, daß bey Thieren, welche weder Lungen, noch Herz haben, die Verrichtungen beider Organe durch die Blutgefäße selbst geschehen. Vielleicht wird ihr Licht durch eine dem *Athmenholen* ähnliche Function erzeugt. Wer weiß, ob nicht auch beim Athmen des Menschen ähnliche Lichtentwickelungen vorgehen, die wir nur darum nicht bemerken, weil unser Körper undurchsichtig ist? Macartney machte ähnliche Beobachtungen über das Leuchten einiger Mollusken, Zoophyten, u. dergl. an den englischen Küsten (*Schweiggers Journal* X, 409 u. f.), wobey eben nichts neues vorkömmt, und manches von andern zuverlässig beobachtete ohne Grund in Zweifel gezogen wird.

## §. 67.

### *Vom Leuchten der Conchilien.*

Man hat es bisher an den *See-Eicheln*, *Messerscheiden*, *Nautilen*, *Austern*, *Krabben*, vorzüglich aber an den Dattelmuscheln wahrgenommen. Über das Leuchten der letzteren haben uns die Mitglieder des gelehrten Instituts von Bologna sehr schätzbare Beobachtungen und Versuche geliefert, die sich *Tom. II, Part. I, pag. 248–273* ihrer Denkschriften befinden: und wovon ich das Wesentliche beibringe. Den größten Antheil an diesen Versuchen hatten *Beccari*, *Monti*, und *Galeati*, 1724.

Die Bohrmuschel, *Pholas Dactylus*, an den Küsten des mittelländischen und adriatischen Meers sehr zahlreich, ist eben so merkwürdig durch ihre Kraft, sich in die Uferfelsen, und Korallenstämme einzubohren, als durch ihr schönes Leuchten im Dunkeln, das sie lebendig und todt vorbereitet. Zieht man sie noch frisch aus ihren Hölen hervor, so schei-  
nen



nen sie ganz mit Licht durchdrungen; das weislicht, und ins violette spielend sich mittelst eines klebrigen Saftes allen Körpern mittheilt, wie schon Plinius bemerkt hat.

a) Stirbt das Thier gewaltsam, oder von selbst, so dauert das Licht noch zwey bis drey Tage fort, nimmt aber mit der vorschreitenden Verwesung immer mehr ab, und verlöscht endlich ganz, dann ist das Fleisch des Thieres weich, gallertartig, schwärzlich, sehr übel riechend; und auf keine Art mehr zum Leuchten zu bringen.

b) Bey lebenden Pholaden zeichnet sich der *fingerförmige Cylinder*, welcher das Maul und den After enthält, vorzüglich durch sein Leuchten aus, hält auch bey der Verwesung am längsten an; übrigens leuchtet das ganze Thier, an allen einzelnen Theilen, je frischer und saftreicher es ist. Durch Reiben kann man verloschene Theile manchmal wieder zum Leuchten bringen.

c) Der *leuchtende Saft* läßt sich durch Auspressen vom Thiere trennen, und mancherley Flüssigkeiten mittheilen; so werden z. B. Wasser, Milch, Olivenöl davon durchaus leuchtend. Eine einzige Pholade reicht hin, mehrere Pfund Wasser so hell zu machen, daß man grössern Druck dabey lesen kann.

d) Um den höchsten, und niedrigsten Grad der Temperatur zu bestimmen, bey welchem das im Wasser aufgelöste Pholadenlicht verschwindet, wurde anfangs ein mit leuchtendem Wasser gefülltes Gefäß in Schnee versenkt, wobey das Licht 107 Minuten aushielt, bis es verlosch; hierauf langsam erwärmt, da es bey 45° R. verschwand. Der Gefrierpunct des Wassers, und eine Wärme von 45 R sind also beiläufig die Grenzen, zwischen welchen diese Phosphorescenz vor sich gehen kann. Ueberhaupts ergab sich, daß leuchtendes Wasser durch gelinde Wärme an Glanz gewinnt, durch stärkere Erhitzung verliert. Hiebey wirkt mässige Wärme mehr als Bewegung, gerade wie oben (§. 64. e) Zugleich ergab sich, wie oben beym leuchtenden Holz, daß ein mit Pholadensaft gemischtes Wasser bey einer niedrigen Temperatur zwar schwächer, aber längere Zeit leuchtete, als dergleichen Wasser bey etwas höherer Temperatur. Das mit Schnee umgebene Wasser hielt 107 Min. aus, bey 15 Gr. R. aber nur 57 Min.

e) Hindert man das Faulen der Pholaden durch Austrocknen, und gelindes Dörren, so bleiben sie zwar dunkel, so lang sie trocken sind; allein durch Befeuchten mit laulichem oder temperirten Wasser wird das Licht wieder erweckt. Im gedörrten Zustand kann man sie so dünn wie Pergament schneiden, und Monate lang zu fernern Versuchen aufbewahren. Nicht minder lassen sich aus Pholadensaft und Mehl kleine Kuchen bilden, die ihre Leuchtkraft sehr lang beibehalten. Am längsten aber erhalten sich diese Thiere unter Honig unversehrt, und sind nach Jahr und Tag noch leuchtend.

## §. 86.

Den einsichtsvollen Mitgliedern dieses gelehrten Instituts entgieng es nicht, daß es für die Theorie von Wichtigkeit sey, zu bestimmen, welche Substanzen auf dieses Licht vortheil-





theilhaft oder schädlich wirken, und ob hiezu Daseyn der atmosphärischen Luft schlechterdings erfordert würde. Was das erste betrifft, so fanden sie

f) dafs das in Wasser aufgelöste Seesalz vor allen Substanzen dem Leuchten am zuträglichsten sey; übrigen wurde es auch durch mässige Auflösungen von Salpeter, Weinsalz und Zucker vermehrt. Calcinirter Gyps, ungelöschter Kalk, Bleiweis, Zinnober, und Eisensafran vermehrten anfänglich das Licht, so bald aber durch Bewegen des Wassers die Mischung inniger wurde, verschwand es. Mit Pholadensaft gemischte Milch konnte in einem luftdicht verschlossenem Glas nach fünfzehn Tagen durch Rütteln noch leuchtend gemacht werden, ungeachtet die Milch geronnen war, *doch mußte man den Stopfel lüften*. Die vortheilhafte Wirkung des Honigs habe ich schon oben angeführt. Schwefelsäure hingegen, Essig, rectificirter Weingeist, Vitriol- und Bleisalz-Auflösungen, Salmiak, zerflossenes Weinsteinöl, Wein, Urin, vertilgten das Licht früher oder später.

g) Was die Nothwendigkeit der Luft betrifft, so ergab sich aus mehrern Versuchen, dafs der Zutritt der gemeinen Luft das Leuchten der Pholaden befördere, verdünnte Luft hingegen schwäche, aber nie ganz zerstöre. Bey Wasser und Milch, in welchen Pholadensaft aufgelöst worden, war der Unterschied sehr unbedeutend, und konnte nur durch öfteres Auspumpen der Luft bemerkbarer werden; was ohne Zweifel von der im Wasser verborgenen Luft herrührte, wodurch sich auch folgender Versuch erklären laßt. Als man eine unter Wasser versenkte, schön leuchtende Pholade unter den Recipienten der Luftpumpe brachte, und beim Verdünnen der Luft sich das Thier zum Theil über das Wasser erhob, leuchtete es plötzlich so schön, dafs man es selbst im Freien nie so schön gesehen hatte. Die Entdeckung der irrespirablen Gasarten fällt in spätere Zeiten, als dafs man schon hier dergleichen Versuche erwarten könnte. Hr. Hulme hat sie mit Fischen, und Hr. Spallanzani mit dem Blackfisch ersetzt. Auch Reaumur hat das Leuchten dieses Schalthiers untersucht, aber weder so umständlich, noch wie es scheint, so gründlich. *Mem. de l'acad. Roy. des sc. 1712 und 1723.*

Dr. Langsdorf richtete auf seiner Reise um die Welt unter Kap. Krusenstern, sein Augenmerk ganz vorzüglich auf das Leuchten der See. Seine Nachrichten hierüber sind mir nicht bekannt. Aus Horner's Briefen in der *Monat. Corresp.* ersehe ich, dafs unter den leuchtenden Thierchen auch mancherley unbekannte *Krebschen* und *Squillen* vorkommen.

## §. 69.

### Vom Leuchten der Seefische.

Alle Seefische leuchten nach dem Tode, wie Hr. Martin sehr richtig bemerkt. Dafs man's bisher verhältnissmässig nur bey wenigen beobachtet hat, ist unser Fehler. Derley Erfahrungen sind eigentlich die Sache des Weltumseglers und des Küstenbewohners — — Durch fleissiges Nachforschen hat es mir dennoch geglückt, in jeder der bisherigen sechs Ordnungen wenigstens eine Gattung zu finden, bey der man das Leuchten zuverlässig beobachtet, und aufgezeichnet hat; es sind folgende:

a) Knor-



a) *Knorpelfische ohne Kieferdeckeln*: *Squalus Spinax*, ein kleiner Hayfisch, *Martin*: *Squalus Pristis*, der Schwefelfisch, *Bosch.* *Schwertfisch*

b) *Knorpelfische mit Kieferdeckeln*: *Tetrodon Mola*, der Klumpfisch; er leuchtet auch lebendig; weswegen ihn die Franzosen *la Lune der Mer*, und die Engländer *The Sun-fisch* nennen; allein es ist möglich, daß dieses von den an ihm haftenden Seewürmchen herrührt, wie bey vielen anderen Seefischen.

c) *Apodes*: *Muraena Helena*, die Muräne, *Rondelet*.

d) *Iugulares*: *Gadus Aeglefinus*, der Schellfisch; sein Leuchten ist allgemein bekannt, auch von mir beobachtet. *Gadus Morrhu*, der Kabeljau, von *Martin* und mir. *Gadus Merlangus*, der Witting, von *Canton* und andern. *Gadus Virens*. *Martin*.

e) *Thoracici*: *Coryphaena Hippurus*, der Goldkarpf: *Cottus Scorpius*, *Worm*, *Martin*. *Cottus cataphractus*, der Steinpicker, *Bartholin*. *Pleuronectes Platessa*, der Platteis, *Rondelet*. *Scomber Scomber*, die Makrelle, *Beale*, *Hulme*. *Scomber Belamys*, die Bonite. *Godeheu le Riville*, *Blumenbach*. *Perca marina*, die Meerbarsche, *Martin*. *Trigla volitans*.

f) *Abdominales*: *Clupea Harengus*, der Häring, *Hulme*. *Salmo Salaris*, der Lachs, und *Salmo Trutta*, die Lachsforelle. *Halle*.

Aehnlichkeit halber füge ich bey, *Sepia officinalis* und *Sepia Loligo*, letztere von *Martin* beobachtet, erstere seit Jahrhunderten als leuchtend bekannt.

Dieses Verzeichniß könnte noch ansehnlich vermehrt werden, wenn man bestimmt wüßte, welche Gattungen *Aristoteles*, *Plinius*, *Cardan*, *Bartholin*, *Marcgraf*, *Worm*, *Rondelet* u. a. unter ihren leuchtenden Fischen verstanden haben. Die Sache selbst unterliegt keinem Zweifel, in Hinsicht der nähern Umstände halte ich mich an *Martin* und *Hulme*, mit Zuziehung meiner eigenen Erfahrungen.

## §. 70.

Hr. *Martin* theilte der Königl. Acad. d. Wissensch. von Stockholm im Jahre 1761 folgende Bemerkungen hierüber mit (*Schwed. Abhandl.* XXIII, 224 u. f.),

a) Lebendige Fische leuchten nie im Wasser; das an schwimmenden Fischen bemerkte Licht rührt von den Nereiden und Seewürmchen her.

b) Alle Seefische leuchten todt (außer dem Wasser), die Fische inländischer See'en aber scheinen diese Eigenschaft nicht zu besitzen. Geprüft wurden der *Salmo alpinus* (*Roding*), und die einheimische Barsche. (Hierüber weiter unten das mehrere.)

c) Die Farbe thut nicht viel zur Sache; die *Perca marina* ist röthlich, der *Cottus Scorpius* dunkel, der *Gadus virens* grün; dennoch leuchteten alle drey. Allein die weiße Farbe, zumal der Schuppen, hat einigen Vorzug.

d) Nie leuchten die Fische am ersten Abend (wenn sie so eben aus der See kommen, und frisch abgethan werden): am zweiten fangen bereits die Augen an, u. s. f.; z. B. am *Squalus Spinax* und am *Cottus Scorpius* fieng am zweiten Abend der Kopf, am dritten der



der Bauch und Schweif zu leuchten an; hiemit hielten sie drey bis vier Abende an, bis sie trocken wurden: die Augen verlöschen zuletzt (wir werden sehen, daß sich diese Lichtperiode merklich verlängern läßt).

e) Die Fische leuchten nur, so lang sie feucht bleiben. An Ecken und Winkeln, als bey den Ohren, Finnen u. dergl. zeigt sich das Licht am schönsten.

f) Fische mit hartem Fleisch, z. B. *Gadus morhua*, *Sepia Loligo*, glänzen allemal stark. (Ich sollte vielmehr glauben, daß zarte Seefische besser und williger leuchten, als kräftige, so thut es der Schellfisch dem Kabeljau zuvor: man erinnere sich an die Phosphoreszenz der zarten Pholaden und Mollusken).

g) Gekochte, eingesalzene, im Wasser oder in der Luft verfaulte Fische leuchten nicht; aber mit Wasser besprengte Fische scheinen an Glanz zu gewinnen (wie §. 64, d.).

h) Das Leuchtende der Feuchtigkeit ist sehr flüchtig: hält im kalten Wasser länger aus, als im heißen: verlöscht durch Erwärmen mittelst einer Kerze: auf eine Wand gestrichen, verschwindet das Licht früher, als die Feuchtigkeit vertrocknet.

## §. 71.

Hr. Martin machte uns, wie wir so eben sahen, mit dem Allgemeinen der Erscheinung näher bekannt; Hr. Hulme betrachtet die sonderheitlichen Umstände, und behandelte diese Erscheinung eben so umständlich als gründlich in einer Denkschrift, welche er am 15. Februar 1800 der Kön. Ges. der Wiss. zu London vorgelesen hat, und wovon man die Uebersetzung in Gilberts Annalen (XII, 129 u. 292) findet. Er bediente sich der Heringe und Makrelen von bester Beschaffenheit, machte seine Versuche in einem finsternen Weingewölb, bey 40 bis 64 Gr. Fah., und erhielt folgende Hauptresultate:

I. *Die Lichtstärke dieser Fische steht nicht im geraden, sondern vielmehr im umgekehrten Verhältniß mit dem Grad der Fäulniß.*

Dieser Satz bewährt sich bey allen organischen Substanzen des Pflanzen- wie des Thierreichs; noch mehr im letztern als im ersten; wirklich faulende Fische leuchten nicht mehr. Bey Hulme's Versuchen leuchteten frische, vom Markt gebrachte Heringe und Makrelen immer in den ersten zwey Tagen am schönsten, nahmen hierauf allmählig ab, und endigten gewöhnlich nach vier, fünf, sechs Tagen, was von der Güte des Subjekts abhieng: die Fäulniß war dabey noch nicht bemerkbar. (Nach meinen Erfahrungen kann sich dieses Leuchten im Winter bis auf vierzehn Tage verlängern).

II. *Der Leuchtstoff ist ein eigener Bestandtheil der Seefische, so wie vieler anderer Körper: er läßt sich von ihnen trennen, und anderen Substanzen auf einige Zeit bleibend mittheilen. Er scheint ihnen ganz einverleibt zu seyn. Denn er äußert sich bey Heringen und Makrelen (auch bey Kabeljauen, Schellfischen u. d.) im Ganzen, wie in jedem davon getrennten Theil, z. B. im Fleisch, auf der Haut, in den Augenhölen, im Roggen und der Milch. Der Leuchtstoff scheint aus dem Innern hervorzudringen: er kann durch schwache Auflösungen von See- Glauber- und Bittersalz (nach meinen Erfahrungen noch besser*



besser durch frisches Wasser) aus den Fischen gezogen, und so getrennt als leuchtende Materie, manchmal sieben Tage lang aushaltend, dargestellt werden.

III, IV. *Einige Substanzen besitzen das Vermögen, diesen freiwilligen Phosphor auszulöschen, andere, ihn auf kurze Zeit zu verstärken.* Eine schädliche Wirkung äußern vorzüglich alle mineralische und vegetabilische Säuren, geistige Flüssigkeiten, Wasser mit ungelöschtem Kalk, oder mit kohlen saurem und geschwefeltem Wasserstoffgas gemischt: alter, scharfer Urin, saure Milch, der käsige Bestandtheil und die Molken der Milch (selbst das See- oder Küchensalz im Ueberfluß gebraucht).

Das Leuchten wurde befördert, und das Licht erhöht, wenn man etwas Weniges von Epsomer- Glauber- Rochelle- oder Kochsalz, Zucker, Honig, phosphorsaures Natrum, oder Salpeter in frischem Wasser aufgelöst, mit dem Leuchtstoff der Fische vermischt, und dann die Flüssigkeit rüttelte. Hiedurch wurde aber die Lichtdauer zugleich verkürzt; denn das Licht verschwand gewöhnlich schon nach 24 oder zuverlässig nach 48 Stunden; nur im Seewasser hielt es einige Tage aus. Das Verhältniß z. B. des Glaubersalzes zu Wasser, war wie 1 zu 8. Bey zu viel Salz verlöscht das Licht, und kömmt erst wieder zurück, wenn man die Auflösung gehörig mit Wasser verdünnt. Hieraus ergibt sich der fünfte Erfahrungssatz:

V. *Das durch mancherley Substanzen erloschene Licht ist nicht ganz verloren, sondern es läßt sich auf eine sehr einfache Art wieder erwecken;* nämlich durch Zusatz von frischem Wasser bey einem Ueberschuß von Salzen (und durch Anfeuchten nach dem Vertrocknen wegen Luftzug und Wärme). Die Wirkung der mineralischen Säuren kömmt bey Hulme nicht vor (bleiben sie nur einige Zeit mit leuchtenden Substanzen in Verbindung, so zerstören sie die Leuchtkraft gänzlich).

VI. *Die Bewegung und das Rütteln leuchtender Substanzen vermehrt das Licht.*

VII. *Dieses Phänomen ist mit keiner, durch Gefühl und Thermometer bemerkbaren Temperatur-Erhöhung begleitet.*

VIII. *Beym Gefrieren der leuchtenden Substanz verlöscht das Licht, es kehrt aber nach dem Aufthauen wieder zurück.*

IX. *Bey einer Erwärmung von 96 bis 100 Gr. Fahrenh. verschwindet es gleichfalls, ohne doch vertilgt zu werden, was aber bey dem Siedpunkt des Wassers sicher geschieht.* Ueberhaupt ergab sich, daß mäßige Erwärmung das Leuchten befördert, zu starke hingegen es sowohl im Freien als unter Wasser vertilgt. Eigentlich soll dieser Satz nach meinen Erfahrungen so stehen: Niedrige Temperatur verlängert das Leuchten der Zeit nach, schwächt es aber an Intensität: erhöhte Temperatur kürzt das Leuchten der Dauer nach ab, vermehrt aber den Glanz.

## §. 72.

### *Verhalten der leuchtenden Fische in einigen Gasarten,*

a) *Daseyn der atmosphärischen Luft scheint zum Leuchten nothwendig.* Schon die Stelle, wo der Fisch auflag, blieb dunkel, und nur die freie Außenfläche leuchtete: ein frischer



frischer Schnitt brauchte immer einige Stunden, bis er zu leuchten anfieng: im gesperrten Raum mit gemeiner Luft hielt ein frischer Häring mit der Phosphorescenz ohngefahr fünf Tage aus. Unter dem Recipienten der Luftpumpe nahm das Licht mit dem Grad der Luftverdünnung ab, und mit der Verdichtung derselben wieder zu; doch verlosch es nie ganz.

b) Im Sauerstoffgas und in gemeiner Luft blieb sich das Leuchten so gleich, daß man weder an Dauer, noch an Helle einen Unterschied bemerken konnte.

c) Im Stickgas lieferten die Versuche keine gleichförmigen Resultate. Was vorläufig schon leuchtete, hielt auch in Stickgas lange Zeit, manchmal so lang als in freier Luft aus. Was aber erst zu leuchten anfangen sollte, brauchte zum Lichtausbruch länger: einmal blieb das Fischfleisch ganz und gar dunkel (Es scheint aber das Gas nicht sonderlich rein gewesen zu seyn).

d) Im gewöhnlichen und im geschwefelten Wasserstoffgas, im Salpeter- und im kohlensaurem Gas wurde kein frisch eingebrachter Fisch leuchtend, und das schon früher entwickelte Fischlicht, auf Kork gestrichen, verschwand immer viel früher, als in atmosphärischer Luft, manchmal schon nach 10 Minuten (Kork war ein sehr unschicklicher Körper zu derley Versuchen). Blieb gleich der Fisch ein Paar Tage in den unathmenbaren Gasen, so erholte er sich in freier Luft dennoch wieder, und leuchtete neuerdings früher oder später. Hiemit endigen sich Hulme's Versuche mit Seefischen.

### §. 73.

#### *Meine Erfahrungen über das Leuchten der Seefische.*

In den Wintermonaten werden jährlich Seefische aus Holland nach Regensburg verschrieben; diese Gelegenheit benutzte ich, um mich von ihrer Phosphorescenz mit eigenen Augen zu überzeugen.

##### a) *Der Kabeljau, Gadus Morhua:*

Er war drey Fufs lang, ziemlich fett, und wie alle verschickten Fische bereits in Holland ausgenommen. Sobald er hier eintraf, wurde er abgeschuppt, einen Tag lang in frisches Wasser gelegt, und dann in einem Speisgewölbe von ohngefahr 12° R. Temperatur aufgehangen. Abends darauf leuchtete der Fisch schon merklich in den Hölungen der Augen und des Kopfs, und an mehrern Stellen des Rückens. Das Licht zeigte sich nur auf der Oberfläche, und bildete hier und dort helle Punkte und Streifen. Am zweiten Abend war das Phänomen viel schöner und ausgebreiteter, am dritten erreichte es vermuthlich das Maximum: das Licht war hell glänzend, und es übertraf den Kunkelschen Phosphor (ohne Zweifel darum, weil es auf eine beträchtliche Fläche verbreitet war): man konnte den Leuchtstoff mit der Hand wegwischen, mit dem Messer abstreifen, und alles damit leuchtend machen. Jetzt wurde er im Finstern gewaschen, und für den folgenden Tag als Gericht bestimmt; wobey das Wasser eine leuchtende See im Kleinen bildete, und als es abgelassen wurde, einen Lichtstrom darstellte. Diese Erfahrung mit dem Kabeljau habe ich bereits dreimal gemacht.

Einmal



Einmal wurde das Geripp so eines bey der Tafel aufgezehrten Fisches samt den noch anklebenden Ueberbleibseln in die Küche zurückgebracht, wo es zu Nachts stehen blieb. Als man die Lichter wegschafte, verbreitete es so einen Schimmer, daß es allgemeines Aufsehen machte. Ein merkwürdiger Umstand, welcher Hulme's Beobachtung (§. 70, IX.) zu widersprechen scheint. Allein man muß wissen, daß derley Fische, bey der Zubereitung, im Wasser nie bis zum Sieden erhitzt werden, damit sie nicht zerfallen; man entfernt sie vom Feuer, sobald das Wasser aufzuwallen anfängt. Da nun unser Kabeljau merklich dick war, so konnte die Siedhitze bey weitem nicht in's Innerste dringen; mithin blieb der am Gerippe haftende Leuchtstoff unzerstört.

Ein ähnlicher Fall kömmt in den *Philos. Transact. (Abridg. III, 639,)* vor; Dr. Beal wollte sich einen Vorrath von Makrelen einpökeln. In dieser Absicht wurden drey Tage nacheinander frische Makrelen in Wasser mit Salz und Kräutern abgesotten, und zuletzt alles im Keller aufbewahrt. Als am folgenden Abend der Koch eine Makrele herausnehmen wollte, bemerkte er, daß sowohl die Pickel-Brühe als der Fisch leuchteten: auch mehrere Abende damit fortführen. So konnte denn auch hier die Siedhitze den Fischen nicht alle Leuchtkraft entziehen.

b) *Der Schellfisch, Gadus Aeglefinus.*

Er kam mit dem Kabeljau aus Holland. Sobald ich ihn erhielt, wurde er, ohne vorläufiges Wässern, im Keller von 8° R. aufgehangen. Noch denselben Abend bemerkte ich auf der einen Seite ein schwaches Licht; es war vermuthlich die Seite, welche bey dem Transport minder gedrückt, und mit der Luft etwas freier in Verbindung gestanden hatte. Am folgenden Abend leuchtete der Fisch bereits schöner, und an mehrern Stellen. Am dritten Abend beinahe am ganzen Körper in- und auswändig. Tags darauf in der Frühe fand ich ihn ganz mit Licht durchdrungen, das Flächenweis aus dem Fisch hervorbrach, und ruhig glänzte, dem Mondlicht ähnlich. Die weichen und dünnen Bauchflanken waren glänzend durchsichtig: der Schweif bildete eine zusammenhängende Lichtmasse. Auch der knorplichte Kopf, die Augen, der ganze Rückgrad von Innen betrachtet leuchteten sehr schön. Der ganze Fisch war jetzt mit einer klebrigen Feuchtigkeit überzogen, welche sich während meiner viertägigen Beobachtung aus dem Innern entwickelt, und auf die Oberfläche geworfen hatte. Diese etwas zähe Substanz schien den Leuchtstoff zu enthalten; indem man alles damit leuchtend machen konnte. Hr. Blumenbach sagt also in seiner Naturgeschichte vom Schellfisch sehr richtig, daß er sich vor andern durch Schönheit und Dauer der Phosphoreszenz auszeichne.

c) *Sardellen, Clupea Engrasicolus.*

Sie kamen gleichfalls über Holland, waren aber schwach eingesalzen, um sich besser zu erhalten; dieser Umstand zerstörte ihre ganze Leuchtkraft; Da sie sehr klein sind, und ohngefähr vierzehn Tage unterwegs blieben, so waren sie vom Seesalz bis auf's Innerste durchdrungen; daher das Auslangen mit frischem Wasser nichts mehr fruchtete, ein Beweis, daß man für sich leuchtende Fische durch Seesalz verderben kann, wenn es zu lang darauf wirkt.

d) *Heringe, Clupea Harengus.*



Dafs die Häringe frisch von der See her sehr schön leuchten, beweisen Hulme's obige Versuche. Was ich hier beybringe, soll nur zur Warnung dienen, mit den bey uns käuflichen Häringen nicht Zeit und Mühe zu verlieren. Die meinigen waren mit obigen Fischen aus Holland verschrieben, und kamen im December hier an, also schwach gesalzen. Diefs ist genug, um begreiflich zu machen, dafs sie nicht mehr leuchten konnten, ohngeachtet ihr Fleisch noch schön weifs war. Sie verhielten sich auch wirklich, wie die Sardellen, mit denen ich sie gleichartig behandelte. Das Seesalz hatte, vielleicht vom September bis Mitte Decembers, Zeit genug, alle Phosphorescenz zu zernichten. Schon früher gab ich mir viele Mühe mit unseren gewöhnlichen Häringen, leider! der schlechtesten Waare, die man irgendwo zu Markt bringt. Niemand wird hiemit schlechter bedient, als wir Süddeutsche. Um vier bis fünf gute Groschen erhalten wir weiter nichts als ein halbes Loth Seesalz in einem halb verfaulten Fisch vertheilt.

e) *Austern*, gleichfalls über Holland erhalten. Sie waren zwar als Gericht noch sehr geniefsbar, allein die Eigenschaft zu leuchten hatten sie schon so sehr verloren, dafs ich nur noch zweifelhafte Spuren eines Lichts bemerkte, als ich sie zwischen den Fingern quetschte, was sehr leicht angieng, bey frischen aber sich ganz anders verhält. Allein schon aus diesem schwachen Licht konnte ich schliessen, dafs frische Austern gut phosphoresciren würden. Uebrigens mufs man dieses Licht wohl von jenem unterscheiden, welches von Seewürmchen herkömmt, die sich gern zwischen die Schalen lebender Austern einschleichen, und das unter andern Hr. Auzout sehr umständlich beschreibt. (*Philos. Transact.* 1666, May, und *Journal des Scavans*, 1666. April.)

## §. 74.

### *Bemerkungen über meine Erfahrungen.*

a) Das erste, was bey unseren Fischen Aufmerksamkeit erregen mufs, ist die lange Dauer ihrer Phosphorescenz. Vermuthlich an der holländischen Küste gefangen, und von dort über Cöln und Frankfurt nach Regensburg verschickt, blieben sie am allerwenigsten vierzehn Tage ausser dem Wasser, bis ich sie einiger Prüfung unterwerfen konnte; dennoch verhielten sie sich gerade so, wie Hulme's frisch auf dem Markt gekaufte, und wie es in Paris und London zu geschehen pflegt, mit Eilbothen aus der See gebrachte Fische. Nur die kalte Jahreszeit, und das gedrängte Packen konnte ihre Phosphorescenz unter Wegs zurückhalten. Hierauf blieben sie gewöhnlich einen ganzen Tag in frischem Quellenwasser liegen, wodurch sie beträchlich von ihrem Leuchtstoff verloren, und dennoch fiengen sie allemal noch denselben Abend zu leuchten an, als man sie ins Speisgewölb, und mit der Luft in gehörige Verbindung brachte. Nie hielten bey Hulme die Häringe und Makrelen mit ihrem Leuchten volle fünf Tage aus; wenigstens können wir diese Zeit als das Maximum ihrer Lichtdauer annehmen. Hätte ich meine Beobachtungen bis ans Ende verfolgen können, so würden sie viel länger gedauert haben. Der Schellfisch z. B. stand am 3ten und 4ten erst in seiner schönsten Phosphorescenz, und er würde wohl bis zum gänzlichen Verschwinden noch eben



eben so lang gebraucht haben: der beträchtlich grössere Kabeljau hätte verhältnissmässig vierzehn Tage hindurch leuchten können. Hieraus sehen wir, wie sehr sich die Phosphorescenz durch eine mässig niedrige Temperatur verlängern lässt, und wie sehr ihre Dauer von der Auflösung und Zersetzung der leuchtenden Substanz abhängt.

b) Ein zweiter Umstand ist das lange Ausbleiben der Fäulniss. Alle meine Fische mußten noch als ein schmackhaftes Gericht bey Tisch dienen, und sie waren's auch, ungeachtet sie vierzehn Tage unterwegs, und vier bis fünf Tage im Speisgewölbe, oder im Keller blieben. Es scheint mir, die Seefische halten länger aus, als die unserer Flüsse und Teiche. Die faule Gährung wird also sehr langsam eingeleitet, während dem wird der Leuchtstoff allmählig ausgeschieden, und er ist zu Anfang der wirklichen Fäulniss bereits verflüchtigt. Im Pflanzenreich hält er länger aus.

c) Ferner zeigt sich hiebey eine besondere Wirkung des Seesalzes, welche dem Schein nach mit sich selbst in Widerspruch steht. Bey Lebzeiten eingenommen und verarbeitet, theilt es dem Fisch die schönste Leuchtkraft mit, nach dem Tode dem Fischfleisch, durch Einreiben, oder durch Auflösung, beigebracht hindert es alle Phosphorescenz für immer, wie wir bey den Häringen und Sardellen sahen; so groß ist der Unterschied zwischen Seesalz, welches der Fisch mittelst des Verdauungsprocesses seiner Substanz einverleibt, und dem, das wir ihm mechanisch mittheilen. Ich werde auf diesen Umstand noch einmal zurückkommen. Hängt nicht hievon auch der bessere Geschmack der Seefische ab?

d) Nur im Vorbeigehen eine Erinnerung an die Uebersetzer — Rob. Boyle, Canton, u. a. brauchten zu ihren Versuchen häufig den *Gadus Merlangus*, den sie *Whiting* oder *Witling* nennen, und den unsere mechanische Uebersetzer hier und dort mit *Weisfisch* ausdrückten, sich vermuthlich auch dabey den *Cyprinus Alburnus* dachten, ohne zu wissen, daß sie einen Seefisch mit einem Flußfisch, und einen leuchtenden mit einem nichtleuchtenden verwechselten.

### §. 75.

#### *Allgemeine Bemerkungen über das Leuchten der Seegeschöpfe.*

Da sich hier meine Nachrichten über das Phosphoresciren der Seethiere schliessen, so füge ich noch einige Bemerkungen über das Ganze bey:

a) Nakte Würmer, Schalthiere, und Fische sind die drey Hauptklassen leuchtender Seegeschöpfe; denn über die warmblütigen fehlt es an Beobachtungen; nur vom Leuchten des Seekalbs fand ich eine Nachricht. Die ganze erste Klasse leuchtet bereits lebendig, die zweite zum Theil lebendig, zum Theil todt, die Individuen der dritten Klasse durchgängig erst nach dem Tode. Woher dieser Unterschied? Das Element, in dem sie schweben und leben, ist für alle dasselbe: die Nahrung grossentheils dieselbe, doch auch merklich verschieden; der größte Unterschied befindet sich, bey gleicher Lebensdauer, in ihrem Körperbau, als Folge ihrer Nahrung und Verarbeitung der Nahrungsmittel. Hievon hängt die Einnehmung und Aneignung des Leuchtstoffs, was er immer ist (denn etwas Materielles muß er seyn), hievon die Geneigtheit zur Zersetzung, mithin auch die Phosphorescenz ab.

Die



Die zarten Würmer und Mollusken nähren sich mehr vom Flüssigen als vom Festen: sie sind auch mehr Gallert, als Muskel, mehr eine weiche, als eine feste Substanz: sind sie einmal ausgewachsen, so besteht ihr Leben in einem immerwährenden Zersetzungs- und Bildungsproceß; daher vermuthlich ein stettes Leuchten, das aber nach dem Tode eben so schnell, als die Verbindung ihrer Glieder und Bestandtheile vergeht.

Die Schalthiere äußern schon mehr Verschiedenheit in ihrem Körperbau, in ihrer Leuchtkraft. Es ist doch ein merklicher Sprung vom zarten Vögeldarm (*Serpula glomerata*) bis zur Riesenmuschel: vom *Nautilus Spirula* bis zum *Nautilus Pompilius*, u. dergl. Zwar ist das freiwillige Leuchten der Conchylien, wie überhaupt ihre ganze Lebensart noch sehr wenig untersucht, und unsere Neugierde fand mehr Reitz an der Schaale als an der Frucht; allein schon aus dem Wenigen uns bekannten ersehen wir, daß der zarte Inwohner der Bohrmuschel bereits lebendig, die kräftige Auster erst nach dem Tode leuchtet.

Bey den Seefischen endlich schränkt sich die Lichtperiode durchgängig auf ihre Verwesung nach dem Tode ein. Hier finden sich bereits Knochen und Muskeln, rothes Blut, und statt der Lungen Kiefern zum Athmen vor: sie sind größtentheils fleischfressend, erreichen ein hohes Alter, und unterscheiden sich durch einen mannigfaltigern Körperbau, als die obigen zwey Thierklassen. Diese Verschiedenheit des thierischen Organismus, die ich hier nur im Vorbeygehen berühre, kann uns späterhin einigen Aufschluß über die Ursache der Phosphorescenz geben.

b) Eine zweite Bemerkung verdient die auffallende Aehnlichkeit aller Umstände bey dem Leuchten so mannigfaltiger Seegeschöpfe. Die Hrn. Spallanzani und Mitchill beschäftigten sich mit *Nereiden* und *Medusen*: die Mitglieder des gelehrten Instituts von Bologna mit *Pholaden*, mehrere Mitglieder der Königl. Gesellschaft von London, namentlich Rob. Boyle, Beal, Canton, und Hulme, mit *Wittlings*, *Makrelen* und *Häringen*. So verschieden nun diese drey Gattungen von Seethieren sind, so wird man dennoch keinen Hauptumstand und keinen Erfolg in den frühern Versuchen der erstern finden, der sich nicht auf's genaueste in den spätern wieder bestätigt hat, wenn vom Leuchten nach dem Tode die Rede ist. Wer die angeführten Originalaufsätze bey Handen hat, der wird diese Vergleichung nicht ohne Vergnügen und Belehrung machen. Wo nun der Erfolg unter gleichen Umständen so ganz einander ähnlich ist, da muß auch dieselbe Ursache zum Grund liegen.

c) Schließlich muß uns der Unterschied zwischen dem Leuchten lebender und todter Seethiere nicht entgehen. Jenes stellt sich immer an gewissen Theilen des Thiers entweder ausschließlic, oder doch vorzüglich schön ein, steht in enger Verbindung mit der Bewegung des Subjects, und endiget sich mit dem Leben; dann aber bleibt noch ein zweites Leuchten übrig, oder es kömmt erst nach dem Tode zum Vorschein, welches sich über alle weichen Theile verbreitet, mit der zunehmenden Verwesung abnimmt, und an Lebhaftigkeit dem erstern gewöhnlich nachsteht, wenn es nicht durch Auflösung in Wasser und andere Mittel verstärkt wird. Hier nur von der Erscheinung; ob sie nicht mit dem Athmungsproceß oder andern Functionen des thierischen Lebens in Verbindung stehe, wird später untersucht werden.



## ZWEITES KAPITEL.

### Vom Leuchten der Thiere des Continent.

#### §. 76.

**Z**u den Thieren des festen Landes rechne ich auch die Bewohner unserer Flüsse, Bäche, und Teiche, die man im Gegensatz des Meeres als Theile des Continent betrachten kann. Wir haben also hier vom Leuchten der Würmer und Insecten, der Fische und Amphibien, und endlich der warmblütigen Thiere zu handeln. Die Natur bleibt sich überall gleich, und sie hält immer einen gesetzmässigen Gang. Die Phosphorescenz stellt sich auf dem Continent wie in der See am häufigsten, und bereits im lebenden Zustand unter den zarten Würmern und Insecten ein: nur nach dem Tode unter den Fischen und Amphibien, und zwar sehr selten freiwillig, am seltensten endlich unter den Vögeln und vierfüssigen Thieren. Ich durchgehe daher jene drey Abtheilungen der Ordnung nach, und wähle aus jeder solche Beispiele, wo das Leuchten im Finstern zuverlässig ist beobachtet worden, füge auch überall die nöthigen Bemerkungen bey, in so weit sie zur Begründung einer Theorie dienlich scheinen; nur muß ich schon vorläufig bemerken, daß wegen der Seltenheit des Phänomens überhaupt auch die Sammlung zuverlässiger Erfahrungen viel sparsamer, als im ersten Kapitel, ausfällt.

#### Leuchtende Würmer und Insecten.

#### §. 77.

a) *Lumbricus terrester*, der Regenwurm; von Flaugergues, dem Sohn zuerst wie es scheint 1771, im October, leuchtend gesehen, und acht Herbstes nacheinander beobachtet; später auch von Bruguiere beschrieben. (*J. d. Ph. XVI*, 311 : *Journal. d'Hist. natur. II*, 1792). Er leuchtete lebend, im gesunden Zustand sehr hell, und hielt selbst in der Gefangenschaft noch einige Tage lang aus. Das Licht scheint aus dem Innern zu dringen, und verbreitet sich über den ganzen Körper; doch ist es am vordern Bauchring etwas heller, der Farbe nach bläulich. So bald sich der Wurm übel befindet, nimmt das Licht ab: durch Bewegung aber wird es vermehrt. Dieses Leuchten zeigte sich bey den Regenwürmern nur immer im Monat October, auch da nur bey den wenigsten, und gewöhnlich nur während einer kurzen Zeit ihres Lebens. An feuchten Orten unter den Steinen wird man sie am leichtesten auffinden.

b) *Scolopendra morsitans*, die indianische Assel. Nach Bartholins Bericht von Herrera in seiner Geschichte von Neu-Spanien beschrieben, den europäischen ziemlich ähnlich.

c) *Scolopendra electrica*, die europäische Feuerassel: sie phosphorescirt sehr stark, und sogar der Fleck, wo sie gelegen, leuchtet, nach Blumenbach, noch geraume Zeit nachher, was von einer schleimigen Feuchtigkeit herrührt, die sie ausschwitzt. Genauere Beobachtungen fehlen noch, so bekannt auch die Erscheinung ist. Sie lebt vorzüglich im feuchten Erdreich.

d) *Scolopendra phosphorea*, die Johannisassel (nach Linn. Uebers.) vom Schifskapitain Eckeberg auf einem Schiffe entdeckt: leuchtet so schön, wie das Johanniswürmchen.

e) Ju-



e) *Julus terrester*, der *Vielfuss*, hierunter verstehe ich, was Reaumur (*Mem.* 1725) *Millepieds* nennt, wenn er in seiner Abhandlung über die Dattelmuschel sagt: „ich habe „Tausendfüßler von ganz gemeinen Gattungen angetroffen, die wenigstens so gut als die „Johanniswürmer leuchteten: und manchmal sind mir andere von eben der Gattung vorgekommen, die nicht leuchteten“ Dieser Unterschied findet sich vermuthlich bey allen Insecten und Würmern des festen Landes vor, und deutet auf einen Umstand, der entweder von Zeit und Ort, oder vom Subject selbst abhängt.

f) *Fulgora laternaria*, der *Surinamische Laterenträger* mit der grossen leuchtenden Blase vor der Stirne: allgemein bekannt. Die Blase ist grösser, als der übrige Körper, inwändig hohl, durchaus gleichförmig beleuchtet, dauert ununterbrochen bey dem Leben, und nach Blumenbach auch noch einige Zeit nach dem Tode fort. Diese Eigenschaft besitzt das ganze Geschlecht der *Fulgora*, wovon bisher zehn Arten bekannt sind, ohne dafs nur eine wissenschaftlich untersucht wäre, so wenig interessirte es bisher den Insectensammler, das merkwürdige Phänomen gründlicher, als blofs dem Scheine nach kennen zu lernen.

g) *Elater Noctilucus* und *Elater Phosphorus*, leuchtende Springkäfer, beide aus America. Sollte es nicht unter den bey uns einheimischen gleichfalls leuchtende geben? Sie haben an jeder Seite des Brustschildes einen gelben runden Flecken, der im Finstern stark leuchtet; das Licht scheint aber nicht andauernd zu seyn, und von der Willkühr des Insectes abzuhängen: Auch bemerkt man im Innern des Bauches einen Glanz, wenn man den Hinterleib wegbricht. (*C. v. Linné's Vollst. Natursystem, B. V. 1. S. 318.*)

h) *Pausus Sphaerocerus*, vom Dr. Afzelius entdeckt: die Knöpfe der Fühlhörner leuchten.

i) *Scarabaeus phosphoricus*, der *Leuchtkäfer* aus dem Departement du Var, von Hrn. Luce beschrieben (*J. d. Ph. XLIV, 500 u. f.*). Er findet sich in der Gegend von Grasse von Mitte May bis Mitte July sehr zahlreich ein, und ist deswegen allgemein bekannt. Das Insect ist lichtscheu; zeigt sich in dunkeln Nächten in unzählbarer Menge, bey dem Mondschein aber sehr wenig, und nur an beschatteten Orten, und verschwindet bey Anbruch des Tages durchgehends, dann verfällt es in einen Schlaf, während dem es nicht leuchtet. Hiezu gehört also Bewegung, daher es sich im Flug am schönsten ausnimmt. Gefangen kann man es nicht über drey Tagen bey Leben erhalten, weil man seine Nahrung nicht weifs. Das Licht strömt aus dem Unterleib, und ist dem Thiere willkürlich: bey jeder Berührung zieht sich's zusammen, und wird dunkel: man bemerkt das Licht auch bey Tag, wenn das Thier wach ist. Quetscht man den leuchtenden Theil, so bildet der ausgedrückte Saft einen hellen Streifen, der einige Minuten lang anhält. Beinahe sollte man glauben, es sey diefs unser Johanniskäfer, *lampyris Noctiluca mas*.

k) *Cancer macrourus rufescens*, die *Fluss-Garneele*, von Thulis und Bernard 1785 im Juny bey Trans in einem Bache entdeckt (*J. d. Ph. XXVIII, 67. u. f.*). Unter einer grossen Anzahl dieser Krebse waren eben so viele nicht leuchtend, als leuchtend.

l) *Can-*



l) *Cancer Astacus*, der *Fluszkrebs*. Leo Allatius versichert in einem Brief an Liceti \*), er habe zu Rom die Ueberbleibsel gekochter Krebse zu Nachts leuchten gesehen. Alle Umstände sind dabey so genau angegeben, daß man an der Richtigkeit der Beobachtung nicht wohl zweifeln kann, ob wohl ich mir bisher umsonst viele Mühe gab, todte Krebse, leuchtend zu machen. So sollen auch die Eier der Krebse manchmal leuchten.

m) *Lampyrus Noctiluca Mas*, der *Johanniskäfer*, mit zwey bläulich phosphorescirenden Puncten, unten am Bauche, ohngefähr wie der *Scarabaeus phosphoricus* des Hrn. de Luce (h), dem er in vielen gleich kömmt: er leuchtet viel schwächer als das ungeflügelte Weibchen.

n) *Lampyrus Noctiluca Femina*, das *Johanniswürmchen*, am Hinterleibe an zwey, manchmal drey Bauchringen sehr schön und ununterbrochen leuchtend, so lang es in Freiheit ist. Bey beiden scheint das Licht einigermaßen in ihrer Willkühr zu stehen; denn es wechselt nach meinen Erfahrungen gar sehr nach der Beschaffenheit ihres Wohlbefindens, ihrer Behandlung, und ihrer Freiheit. Daß die Begattungszeit die eigentliche Lichtperiode sey, hat Carl de Geer hinreichend widerlegt. Bereits die Eier leuchten, und dann das Thierchen selbst vom Auskriechen an als Larve, als Nymphe, und zerdrückt auch noch eine Zeitlang nach dem Tode. Die Zeit richtet sich nach dem Klima; in Italien gegen das Ende des Frühlings, bey uns in Mitte des Sommers aufzufinden.

o) Mehrere nicht wohl bestimmbare Gattungen leuchtender Insecten und Würmer, die Bartholin aus ältern Schriftstellern gesammelt hat (a. a. O. *Lib. II. Cap. XI.*) übergehe ich mit Stillschweigen. Wer Gelegenheit und Muße hat, nächtlicherweile auf solche Thierchen Jagd zu machen, wird obige Liste namhaft vermehren können. So vermuthe ich z. B., daß *Nais Proboscidea*, *Lumbricus variegatus*, *Oniscus Asellus*, u. a. m. lebendig und todt leuchten.

## §. 78.

### *Nähere Umstände vom Leuchten der Johanniskäfer.*

Aus allen so eben genannten Würmern und Insecten hat man meines Wissens bisher nur mit der *Lampyrus Noctiluca*, als Wurm und Käfer, wissenschaftliche Erfahrungen gemacht, weil sie sich vor andern häufig vorfinden. Ich durchlas und prüfte die Aufsätze der Hrrn. Gr v. Razoumowsky, Beckerheim, Spallanzani und Hulme \*\*); da ich aber in den Resultaten nicht ganz die gewünschte Uebereinstimmung fand, so entschloß ich mich, manche

Ver-

\*) Diesen Brief findet man abgedruckt in der etwas seltenen Abhandlung: *Litheosphorus sive de Lapide Bononiensi etc. liber Fortunii Liceti*. Vtini 1640. pag. 123—126, datirt, *Romae VIII, Kal. Novembr. 1638*. Alle spätere Nachrichten von leuchtenden Krebsen beruhen auf diesem Zeugnis, welches auch Kircher, Bartholin, u. a. anführen;

\*\*) *Mémoires de la Société des sci. phys. de Lausanne Tom. II.*, pag. 210. etc. sehr schätzbar wegen der Naturgeschichte dieses Insectes. *Gilb. Ann. d. Phys. I.*, manche Versuche wurden mehr im Grossen gemacht, und weichen vielleicht nur darum von andern ab. *Gilb. Ann. XII*, 151. u. 295. *Annales de Chimie IV*, 19.



Versuche zu wiederholen, und gebe hier das zuverlässigste aus fremden und eigenen Erfahrungen in gedrängter Kürze:

a) Das freiwillige Leuchten der Johanniskäfer bemerkt man nur zu Nachts; denn bey Tag liegen diese Thierchen in einer Art von Schlaf, wie viele andere Nachthiere, aus dem man sie durch einen empfindlichen Reitz stören muß; dann kann man auch bey Tag, mit gut vorbereitetem Auge, ein schwaches Licht bemerken, vorzüglich an der Stelle, wo man sie mit einer Nadel verletzt.

b) Hiezu trägt die Bewegung sehr viel bey, daher sich das Leuchten des Männchens im Fluge, und des Weibchens im Kriechen am schönsten ausnimmt. Bey jeder Schwingung des Körpers scheint sich das Licht zu entzünden, und zur Zeit der Ruhe größtentheils zu verlöschen.

c) Die letzten Ringe am Unterleib des Würmchens leuchten zwar am stärksten; allein bey genauer Untersuchung wird man am ganzen Leibe des Weibchens ein zwar schwaches, aber doch andauerndes Licht wahrnehmen.

d) Das Leuchten hält auch nach dem Tode noch an, bis nämlich der Körper ganz ausgetrocknet ist. Trennt man daher den leuchtenden Hinterleib vom Ganzen, und sorgt für Feuchtigkeit, so kann man die Phosphorescenz auf mehrere Tage verlängern.

e) Das Licht entspringt aus einer klebrigen Feuchtigkeit, die man aus dem Körper ausdrücken, und mit Wasser, Oel, u. dergl. vermischen kann, wodurch auch diese Flüssigkeiten leuchtend werden.

f) Kein Insect hält so lang unter Wasser aus, wie dieses; wobey zwar die leuchtenden Ringe verschwinden, an Stellen aber, die man vorläufig mit einer Nadel aufgeritzt hat, zeigen sich unausgesetzt leuchtende Punkte. Diese Erscheinung kann unter Wasser eine halbe Nacht ausauern, ohne daß der Leuchtkäfer so einer harten Probe ganz unterläge, vielmehr erholt er sich im Freien wieder größtentheils. Hieraus folgt, (verglichen mit c), daß der ganze Körper des Thierchens im Innern Leuchtstoff enthält, den wir aber nur an der Stelle bemerken, wo die Haut entweder aufgeritzt, oder für sich dünner ist. Diese Bemerkung ist vielleicht auf alle leuchtende Würmer und Insecten anwendbar; doch ist dabey nicht zu verkennen, daß sich einige Stellen vor andern auszeichnen.

g) Mässige Wärme erhöht bey todten Johanniswürmchen das Licht, zu grosse stört, und vernichtet es: in der Kälte des natürlichen Gefrierpuncts und beym Erstarren des Körpers verlöscht es, lebt aber beym Aufthauen wieder auf.

h) Der Leuchtwurm lebt und leuchtet (doch schwächer, als gewöhnlich) im Guerike'schen Vacuum: Sein Licht vermehrt sich nicht bemerkbar im Sauerstoffgas (gegen Spallanzani und Forster), verschwindet aber früher oder später in allen unathmenbaren Luftarten, besonders im kohlensauren Gas, im Salpetergas, im salzsauren Gas, und im geschwefelten Wasserstoffgas. Durch Zusatz von athmenbarer Luft kehrt das Licht immer wieder zurück.

i) Nach unseren Versuchen im Kleinen scheinen sie im gesperrten Raum, durch Leben und Leuchten, die Luft weder bemerkbar zu zersetzen, noch zu verderben. Doch erhielt



hielt Spallanzani mit fünfzig Thierchen zugleich ein entgegengesetztes Resultat, dem man nicht wohl alles Zutrauen absprechen kann.

## §. 79.

### *Einige Bemerkungen hierüber.*

a) Aus §. 77. ergibt sich, daß sich das Leuchten der Erdwürmer und einiger den Würmern mehr ähnlichen Insecten gewöhnlich über den ganzen Körper erstreckt, bey Käfern von kräftigerem Körperbau aber mehr örtlich, und auf gewisse Stellen eingeschränkt ist. Bestätiget sich dieser Unterschied wirklich (§. 78. f.), so nähert sich das erstere sehr dem Leuchten der Seewürmer über ihren ganzen Körper, das zweite aber könnte mit einer Lebensfunction in Verbindung stehen.

b) Unter den Seewürmern und Insecten findet sich kein Beispiel von einem so auffallend örtlichen Leuchten wie bey den Laterenträgern, Springkäfern, und Johanniskäfern. Liegt die Ursache blos in dem feinern Körperbau und der zarten das leuchtende Flüssige umfassenden Hülle der erstern, oder im stärkern Respirationsprocess der letztern? oder sehr wahrscheinlich in beiden zugleich?

c) Dem unermüdeten Spallanzani entgieng es nicht, dass auch bey den Seewürmern das Licht von bestimmten Puncten und Theilen ausgeht (§. 64, 65.); Fougereux de Bondaroy machte dieselbe Bemerkung. So hat also das bey Lebzeiten bemerkbare Licht an See- und Landwürmern etc. immer einen bestimmten Sitz, so zu sagen, einen Herd, aus dem es hervorbricht, und wo es sich weiter in- und ausser dem thierischen Körper verbreitet. Hierin liegt eigentlich der Unterschied zwischen der Phosphorescenz lebender und todter Thiere: phosphorischer Lebensprocess, phosphorische Verwesung: Unser Leben ist langsames Sterben, langsames Leuchten, zuletzt Ausleuchten — vollendete Verwesung. —

d) Man kann z. B. bey den Johanniskäfern drey Arten von Licht unterscheiden: das Schöne der letzten zwey oder drey Ringe, ein schwaches über den ganzen Körper verbreitetes — beides Licht des Lebens — und ein nach dem Tod noch fortdauerndes, wenn man den Hinterleib vom Körper trennt. Ich möchte sagen: Licht der Verwesung — dreierley Mittel und Wege, den im Thier vorrathigen Leuchtstoff zu entwickeln und auszuschcheiden.

e) Hieraus läßt sich auch erklären, warum sich das Leuchten lebender Geschöpfe manchmal auf eine gewisse Jahreszeit, Lebensperiode, Willkühr, selbst auf die Beschaffenheit des Individuum beschränkt.

## §. 80.

### *Leuchten der Flussconchylien, u. dergl.*

Der Vollständigkeit halber, und um die einmal angefangene Parallele zwischen See- und Landthieren, zwischen den Bewohnern des Meeres und des süßen Wassers fortzusetzen, muß ich ein Wort vom Leuchten der Flussconchylien, u. dergl. sagen.

C c c

Da



Da ich vom freiwilligen Leuchten der See-Austern aus eigener Erfahrung überzeugt war (§. 73.), so wollte ich sehen, wie sich unsere Flussconchylien in dieser Hinsicht verhielten. Ich wählte hiezu die Flussmuschel, *Mya Pictorum*, und unterwarf eine beträchtliche Anzahl derselben von der größten bis zur kleinsten Art, mancherley Prüfungen. Einige dieser Thiere wurden, bey einer Temperatur  $+ 12$  gr. R., sich selbst überlassen, andere mässig mit Kochsalz, oder mit Glaubersalz bestreut: einige unter reinem Wasser, andere in einer schwachen Auflösung von Kochsalz, wieder andere in freier Luft der Fäulniss entgegengeführt. Allein alle meine Bemühungen waren fruchtlos; wenigstens dießmal, im Monat November. Ob der Erfolg zu einer anderen Jahreszeit besser ausfallen werde, steht zu erwarten; so viel weis ich aus Erfahrung, dass das Leuchten unserer Wasser- und Landthiere ganz sonderbar wechselt, und mehr durch ein Ungefähr, als nach bestimmten Grundsätzen erhalten wird; so weit sind wir in diesem Puncte noch zurück. —

### Vom Leuchten der Fische.

#### §. 81.

Wenn man unsere Zeitschriften, vorzüglich die oberflächlichen Sammlungen unterhaltender Versuche eines J. B. Porta, Schott, Halle, u. dergl. durchblättert, so sollte man glauben, nichts sey zuverlässiger, nichts leichter darzustellen, als die Phosphorescenz der inländischen Fische. Eine schwache Auflösung von Kochsalz, oder eine künstliche Nachahmung des Meerwassers \*) ist alles, was man dazu fordert. Legt man aber selbst Hand an, so sieht man sich häufig getäuscht, indem unter hundert Versuchen kaum Einer nach Wunsch gelingt, und der so oft wiederholte Satz: *pisces sale conditi lucent*, findet sich durch die Erfahrung widerlegt. Einem Sammler, der auf Treue und Glauben seiner Gewährsmänner giebt, was er findet, kann man so etwas verzeihen, wie aber Hr. Dessaignes in seiner gekrönten Preisschrift dieses behaupten konnte, ist mir unerklärbar \*\*). Entweder besitzen die Flussfische in der Gegend von Vendome ganz andere Eigenschaften, als die um Regensburg, oder der Hr. Verfasser hat hierüber ohne vorläufige Versuche abgesprochen. Ersteres ist höchst unwahrscheinlich; wenigstens verhalten sich die Fluss- und Teichfische von Schweden gerade so wie die hiesigen; (Martin, *Versuche mit Fischen und Fleische*, so im Finstern leuchten. Schwed. Abhandl. XXIII, 225.); letzteres wird bey Durchlesung des ganzen Aufsatzes, wovon ich im Anhang die Uebersetzung liefere, mehr als wahrscheinlich.

§. 82.

\*) Wie mißlich es mit so einer Mischung von Wasser und Salz aussieht, und wie etwas ganz anders man dadurch erhält, als was man erzwengt, liegt am Tage.

\*\*) Der ganze Unterschied besteht nach Hr. D. in einem Mehr oder Weniger: Les viandes de boeuf, de veau, et les poissons d'eau douce brillent plus difficilement, que ceux de mer. Il faut à toutes ces Substances une température modérée de  $8^{\circ}$  à  $12^{\circ}$ , une humidité, et le contact de l'air atmosphérique. L'eau de mer, ou une solution saline au même degré aréométrique favorise le développement de la phosphorescence. Weiter kein Wort!



## §. 82.

Niemand war mehr daran gelegen, der Sache auf den Grund zu kommen, als mir; durch *Einen* glücklichen Fall von der Möglichkeit überzeugt, wurde ich durch die Schwürigkeiten selbst immer zu neuen Bemühungen angespornt, und ich darf wohl sagen, daß ich in einer dem Schein nach sehr unbedeutenden Sache viel versucht habe. Bis 1815 wurden folgende Fische einer umständlichen Prüfung unterworfen, die immer nur mit der wirklichen Fäulniß des Fisches endigte:

*Muraena Anguilla*, der Aal:

*Gadus Lota*, die Rutte:

*Perca fluviatilis*, der Barsch:

*Perca Luio-perca*, der Schiel:

*Silurus Glaris*, der Wels oder Schaidfisch.

*Salmo Fario*, die Forelle:

*Esox Lucius*, der Hecht:

*Cyprinus Barbus*, die Barbe:

— — *Carpio*, der Karpf:

— — *Tinea*, die Schleie:

— — *Alburnus*, der Weißfisch.

Ferner prüfte ich gedörrten Stockfisch, Heringe, Krebsen. Bey den Versuchen entwarf ich mir folgenden Plan: Die Fähigkeit zu Leuchten hängt zwar größtentheils, wo nicht einzig a) von der Beschaffenheit des Fisches ab, die Wirklichkeit aber von äußern Umständen, in die der Fisch versetzt wird; hiezu gehören vorzüglich b) die Beschaffenheit der Luft, oder überhaupt des umgebenden Mittels: c) die Temperatur, d) ein gewisser Grad der Feuchtigkeit: e) verdünnte Auflösungen einiger Salze als Reitzmittel, u. dergl. In Hinsicht des Hauptumstandes a) wechselte ich mit mancherley Fischen: und mit demselben Fisch in verschiedenen Jahreszeiten, brauchte auch lieber größere, mehr ausgewachsene, als kleine Muster. b) um die Einwirkung der atmosphärischen Luft zu erleichtern, wurde der noch frische Fisch ausgenommen, und abgeschuppt; dann entweder vertical aufgehangen, oder horizontal auf einen flachen Teller gelegt: zuweilen wurde ihm sogar die Haut abgezogen: er blieb bald ganz, bald wurde er in zwey Hälften, oder in mehrere Stücke getheilt: oder an der einen Seite in mehreren Richtungen aufgeschnitten: der Luft frey ausgesetzt, oder mit Papier bedeckt: c) Mit der Temperatur wechselte ich vom Gefrierpunct bis auf + 20 R., gewöhnlich hatten die Fische im Sommer 16 bis 18, und im Winter 12 bis 15 gr. R.; ich ließ sie aber auch manchmal stark ausgefrieren, und brachte sie dann in ein warmes Zimmer. d) Sobald der Fisch abgethan war und ausgeblutet hatte, wurde er rein abgewaschen; letzteres unterblieb zuweilen, um nicht etwa den Lichtstoff durch Wasser auszulaugen (frische Fische haben natürliche Feuchtigkeit genug). Sobald die äußere Seite trocknete, wurde sie entweder mit reinem oder mit Salzwasser bestrichen. Endlich probirte ich e) die Wirkung der Salien auf mancherley Art, und von verschiedener Stärke, wozu ich hauptsächlich Kochsalz und Glaubersalz brauchte. Jeder nicht gelungene Versuch dauerte gewöhnlich 14 bis 16 Tage, wo die Fische anfangen sehr übel zu riechen, und weiter keine Hofnung einer Phosphorescenz übrig ließen. Beym Gebrauch des Salzes machte ich mancherley Abänderungen: der Fisch wurde mäßig damit bestreut, oder kräftig eingerieben: Stücke davon wurden in eine schwache Salzauflösung mit Wasser, auf längere oder kürzere Zeit



Zeit gelegt: statt dieser Auflösung gebrauchte ich auch Heringbrühe, wie sie sich in den Tonnen vorfindet, wo unsere Kaufleute die Heringe aufbewahren. Und nun zum Erfolg:

### §. 83.

#### a) *Der leuchtende Hecht, Esox Lucius.*

Am 13. Decemb. 1814. Nachmittag wurde ein dreypfündiger Hecht abgethan, ausgenommen, mit frischem Wasser abgewaschen, seiner Schuppen beraubt, dann mit Kochsalz reichlich und kräftig in- und auswändig eingerieben, und so in einem Speisbehälter von 12 gr. Temperatur auf einer flachen Schüssel hinterlegt. Den 14ten Ab. leuchtete er schon, den 15ten noch schöner, am 16ten und 17ten Abends stand er in seiner schönsten Lichtperiode. Er übertraf an Helle den Schellfisch (§. 73), vermuthlich weil er größer war. Das Licht war weißlicht, ruhiger glänzend, erstreckte sich vom Kopf bis zum Schweif durch alle Theile. Der Hecht schwitzte, und eine schleimige Feuchtigkeit lagerte sich auf der ganzen Oberfläche, die man mit den Nägeln der Finger wegwischen, und womit man die ganze Hand schön leuchtend machen konnte. Hiebey war der Fisch noch gut, und äußerte keine Spur von Fäulniss.

Ein Monat später behandelte ich einen zweiten Hecht, der aber nur ein Pfund wog, gerade so, allein der Erfolg war dießmal, so wie in frühern Zeiten ungünstig, und alle Bemühungen fruchtlos.

#### b) *Der leuchtende Schaidfisch, Silurus Glanis.*

Ein beträchtliches Stück eines 40 Pfund schweren, in der Donau gefangenen Schaidels wurde nur schwach mit Salz eingerieben, denn einen halben Tag in eine schwache Salzauflösung gelegt: erst nach sechs Tagen leuchtete er, aber so schwach, daß man es mit bestens bestelltem Auge kaum bemerken konnte.

c) Im Naturforscher (St. 25, S. 157.) wird versichert, daß Dr. Bloch den Kopf eines Süßwasserfisches, den er abgeschnitten, und einstweilen hingelegt hatte, am Abend leuchtend fand — also ohne alle Vorbereitung — gewiß ein äußerst seltener Fall. —

### §. 84.

#### *Die nichtleuchtenden Fische.*

Dieß ist nun der ganze Erfolg meiner vielen Bemühungen. Aus mehr als dreissig Proben gelang eine einzige vollständig, eine andere kaum zur Hälfte, alle übrigen ganz und gar nicht. Das traurigste hiebey ist, daß selbst unter vier Hechten nur einer leuchtete; ich bin also dadurch nicht klüger geworden, und habe den einzigen Schritt vorwärts gemacht, daß ich von der Möglichkeit, an der ich nie zweifelte, durch eine Thatsache überwiesen bin. Der Leuchtstoff findet sich so gut in den Fluß- als in den Seefischen vor: die vor der eigentlichen Fäulniss eintretende Auflösung und Zersetzung ergiebt sich bey unseren Fischen so gut, als bey jenen des Meeres; da nun das Leuchten in der Regel dennoch ausbleibt,



bleibt, so muß der Unterschied in der Verbindung des Leuchtstoffs mit der Substanz des Fisches liegen. Das aufzulösende Problem kann man daher so ausdrücken: „man soll bestimmen, auf welche Art sich der Leuchtstoff aus den Flussfischen hervorrufen, und von seiner Bindung trennen läßt, damit er sich auf die Außenfläche werfe, und mit der Luft in Berührung komme; denn ist dieses geschehen, so ergibt sich die Phosphorescenz zuverlässig. Müssen vielleicht unsere Fische, so wie das Holz, unter der Erde zum Leuchten vorbereitet werden? Ich werde diesen Versuch nicht schuldig bleiben: vielleicht darf man sie nur, wie die Kämmlingswolle dicht einhüllen.

## §. 85.

### *Leuchtende Amphibien.*

a) Hrn. Hulme glückte es zweymal, junge Frösche, (geschwänzte Kaulquappen) in einer Auflösung von Glaubersalz in Wasser, so wie mit Küchensalz, phosphorescirend zu machen. Sie brauchten immer zwey Tage bis sie zu leuchten anfiengen, und hielten sechs Tage kennbar damit an. Es erhob sich hiebey eine leuchtende Feuchtigkeit auf die Oberfläche des Wassers, das Licht war gewöhnlich nur bemerkbar, wenn man die Salzauflösung in Bewegung setzte.

Als Hr. Hulme denselben Versuch zehn Tage später mit ähnlichen Kaulquappen wiederholte, gelang er nicht mehr; vielleicht sagt er, weil sie bereits um zehn Tage älter, mithin größer und kräftiger waren. Dasselbe ereignet sich häufig mit den Fischen, ohne daß man die Ursache anzugeben weiß.

b) Redi sah die Ueberreste einer von ihm zergliederten Viper mehrere Nächte leuchten.

c) Merkwürdig ist das Leuchten der Eyer unserer Eidexen, *Lacerta agilis*, wie mir Augenzeugen versichert haben, und wie man auch in naturhistorischen Büchern angemerkt findet, (*der Naturfortcher B. 3, S. 218.*). Vermuthlich stellt sich dieses Leuchten bey allen Eidexen- und Schlangeneiern ein, derer Schale weich, durchsichtig, und pergamentartig ist. Die Lichtentwicklung geht ohne Zweifel im Innern vorbey; die im Ey selbst enthaltene Luft, und die mittelst der Luftlöcher der Schale möglich gemachte Verbindung mit der umgebenden Luft reicht also hin, so ein Leuchten eine Zeitlang zu unterhalten. Durch Bewegung konnte Hr. Gründler auch dunkle Eier zum Leuchten bringen. (a. a. O.)

d) Cohausen versichert, \*) daß man es auch bey Hühner-Eyern schon manchmal bemerkt hat. Setzen wir diesen das Leuchten des Fischroggens, und der Krebseneyerchen hinzu, so gewinnt das Phänomen merklich an Allgemeinheit; nur ist zu bedauern, daß auch dieser Fall unter hunderten kaum einmal zutrifft.

## §. 86.

\*) *Lumen novum Phosphoris accensum*, Amstel. 1717, pag. 109. Dieselbe Beobachtung machte Paullinus, und andere. *Ephem Nat. Cur. Cent. II, ann. IV. p. 34. app. 1707.*; die Eyer waren der Henue bereits einige Tage unterlegt.



*Leuchtendes Fleisch vierfüßiger Landthiere.*

Folgende Beobachtungen verdienen als zuverlässig angeführt zu werden:

a) Zur Osterzeit 1592 bemerkte man zu Nachts, daß Stücke eines aus der Fleischbank zu Padua gekauften Lammes leuchteten. Der damals zu Padua als Anatomiker berühmte Hieron. Fabricius ab Aquapendente untersuchte diese Erscheinung etwas genauer, und gab hievon in seinem Werke *de Oculo visus organo, cap. IV.* folgende Auskunft, welche ich aus Bartholin (*Lib. II. Cap. 6.*) anführe: Das Licht muß sich ohngefähr anderthalb Tage nach dem Schlachten eingestellt, und wenigstens vier Tage angehalten haben: ein damit in Berührung stehendes Stück Bockfleisch leuchtete gleichfalls: das Licht zeigte sich auf dem musculösen Fleisch und auf dem Fette: der Glanz war Silberweiß: man konnte damit die Finger, und jeden andern Körper leuchtend machen, indem sich eine *klebrichte Feuchtigkeit* ausschied.

b) Eine ganz ähnliche Geschichte ereignete sich im April 1641 zu Montpellier, von welcher Bartholin Augenzeug war. Frisch geschlachtetes Hammelfleisch wurde vom Markt nach Hause getragen, und zum Theil für den künftigen Tag bestimmt; in der Zwischennacht sah man's sehr schön leuchten. Der Vorfall machte Aufsehen: Wissbegierige erhielten leuchtende Stücke davon; hieraus ergab sich bey weiterm Nachforschen, daß die Fleischer von Montpellier zu eben der Zeit dieses Leuchten an mehreren Fleischarten, namentlich auch am Ochsenfleisch, nur nicht so schön wie bey Schafen, bemerkt hatten, und daß sich dieser Fall in ihren Fleischbänken schon öfter in frühern Jahren ereignet habe. Das Licht zeichnete sich besonders am Schafkopf, an der Nierenfette und an den Membranen aus: es war weißlicht, nicht Flächenweis sondern gleich Sternen vertheilt, und hielt bis zur Fäulnis aus, und konnte vom Fleisch getrennt werden. Zur selben Zeit herrschte eine Seuche unter dem Viehe: der Winter war wenig kalt, und geschlachtetes Fleisch hielt sich nicht so lang frisch, wie sonst. (Bartholin a. a. O. II, 4. 6 : III, 2 u. f.)

c) Robert Boyle und Dr. Beal sahen ein phosphorisches Licht bey Kalb- Schwein- und Huhnfleisch. (*Philos. Transact. 1672, n° 89 und 1676 n° 125.*). Beide gaben hievon umständliche Nachricht, machten auch einige wissenschaftliche Versuche damit. Im Ganzen hielt das Licht bey dem Kalbsviertel acht Tage aus: in der schönsten Periode konnte man größern Druck dabey lesen, und prismatische Farben unterscheiden. In dünne Spalten geschnitten leuchtete es beiderseits. Unter Weingeist verschwand es nach 15 Minut., unter Wasser erst nach zwey Stunden. Unter der Luftpumpe konnte das Licht nicht ganz getilgt werden; es nahm aber bey dem Verdünnen merklich ab, und bey dem Zulassen der Luft wieder zu. An einem Kalbsnacken schied sich der Lichtstoff so reichlich aus, daß man die Hände davon ganz leuchtend machen konnte. Späterhin war alles Fragen nach leuchtendem Fleisch umsonst; und es mögen nach Boyle's Meinung hier wohl besondere Umstände zusammengetroffen haben; gerade wie oben bey Fischen.

d) Das



d) Das Leuchten des Schweinfleisches hat das Besondere, daß man es nach dem Einpökeln gewahr wurde. Das Fleisch wurde vorläufig gesotten, und dann in eine Brühe aus Wasser, Seesalz und Kleien gelegt, welche nach zwey Tagen zu leuchten anfieng, so wie die aus derselben hervorragenden Stücke des Fleisches; dem Leuchten der Kaulquappen ähnlich (§. 85, a.).

## §. 87.

### *Das Leuchten menschlicher Leichname.*

a) Ruysch, Fourcroy, Chaussier, und Wrisberg versichern, bey Leichen-Oeffnungen manchmal ein phosphorisches Licht bemerkt zu haben. Man fand, daß besonders die Muskeln und Verdauungswerkzeuge einiger zu Tod gehungerten Personen nach ihrer Section leuchteten. \*).

b) Aus vielen von Bartholin angeführten Fällen dürfte wohl folgender hierher gehören, den er von einem Augenzeugen vernahm. Als man zu Rom in der Kirche der zwölf Aposteln ein Grab öffnete, drang eine Flamme heraus; besonders aber schien der in selbem beigelegte Leichnam längere Zeit zu brennen, eigentlich zu leuchten.

## §. 88.

### *Vom Leuchten lebender Menschen und Thiere.*

Alles Leuchten lebender Thiere ist entweder electrisch, oder rein phosphorisch. Ein electrisches Leuchten kann durch starke Leibesbewegung, durch Reiben des Körpers, und durch äußere Mittheilung entstehen. Der zweite Fall ist wohl der gewöhnlichste. Hieher gehört ganz oder zum Theil das Leuchten der menschlichen Haare am Kopf sowohl, als am übrigen Körper beim Kämmen, Reiben, Wechseln der Kleider, u. s. f., so wie das Leuchten des Balges bey haarigen Thieren, wovon uns die Hauskatze täglich einen Beweis liefert. Daß durch Leibesbewegung Electricität in uns erregt werde, ist erwiesen; um sie aber bis zu einem Lichtphänomen anzuhäufen, wird wohl ein seltener, von besonderen Umständen abhängender Fall seyn. Manche Menschen scheinen so einen Ueberfluß von electrischem Stoff zu besitzen, daß selbst eine geringe Reibung hinreicht, Lichtfunken aus ihnen zu locken. Befinden wir uns endlich in einer stark electrisirten Luft, z. B. bey Gewittern, so können unsere spitzigen Extremitäten so gut als die Auflangsstangen der Blitzableiter leuchten, und hieraus möchte sich wohl das von den römischen Geschichtschreibern und Dichtern so sehr gepriesene Leuchten des Servius Tullius, Ascanius, Lucius Marius, u. a. m. erklären. Allein alles dieses gehört nicht zur Sache.

§. 89.

---

\*) Bernoulli, über das Leuchten des Meeres, S. 135.



## §. 89.

Ein eigentlich phosphorisches Licht bemerkt man zuweilen bey Menschen und Thieren, wenn sie durch Arbeit, noch mehr durch Krankheit in einen starken Schweis ausbrechen. So ein Beispiel erzählt uns Henkel, \*) und nach ihm Hermbstadt von einem Menschen in Thüringen, der beim Schwitzen auffallend leuchtete, vorzüglich wenn er sich den Körper rieb, wobey man einen eigenthümlichen, phosphorischen Geruch bemerkte; selbst die von seinem Schweis benetzte Wäsche leuchtete, vorzüglich wenn man sie rieb, wie sich's auch bey dem Fischlicht zeigt, wenn man sie einer Leinwand mittheilt; auch die Kleider derjenigen leuchten noch am folgenden Tage, welche sich in der phosphorescirenden See baden. Hermbstadt ist der Meinung, der Schweis sey das Bindungsmittel gewesen, welches den sich entwickelnden Phosphor so stark verhüllte, daß er bloß leuchten, aber sich nicht, gleich dem künstlichen Phosphor, entzünden konnte. Allein das Leuchten selbst war ja die Entzündung. Das manchmal vorkommende Leuchten der Zug- und Reutpferde läßt sich auf eine ähnliche Art erklären. So wie der menschliche Schweis, leuchtet auch manchmal der Urin, wenn man sich desselben entlediget. Wer sich die Mühe geben will, nur einige Zeit auf sich selbst aufmerksam zu seyn, wird diese Erfahrung bestätigt finden; nur muß er bereits einiges Alter erreicht haben. Auf eine ähnliche Art könnte man die Milch der Kühe bey dem Mölken, noch leichter die Frauenmilch manchmal leuchten sehen. Alle Thiere besitzen Leucht- oder Phosphorstoff; nur entwickelt er sich nicht bey allen auf dieselbe Art, und bereits im lebenden Zustand: gewöhnlich erst nach dem Tode, oder wohl gar nicht anders, als mit Hülfe der gewaltsamen chemischen Analyse.

## §. 90.

*Das Leuchten der Katzenaugen.*

Es ist bekannt, daß alle Raubthiere und Raubvögel, welche ihre Beute zu Nachts suchen, im Finstern nicht nur sehen, sondern auch leuchtende Augen haben. Ich schrenke mich auf die Hauskatze ein, weil wir sie stets bey Handen haben, und was ich sage, leicht prüfen können. Es kommen hiebey drey Umstände vor:

a) *Das Katzenaug ist für sich zum Nachtsehen eingerichtet.*

Dieses Nachtsehen beruht bey den meisten Raubthieren auf der großen Reitzbarkeit ihres Seheorgans, unterstützt durch die ungewöhnliche Erweiterung des Augensterns; letzteres sehen wir, auf das erste können wir aus eigener Erfahrung schliessen. Es ist unglaublich, welche Atome vom Licht der Mensch zu unterscheiden vermag, wenn er sich zu Nachts stundenlang in einem ganz finsternen Zimmer aufhält, um etwa, wie ich, Versuche über die Phosphorescenz zu machen. Hätte nun mein Auge die Reitzbarkeit der Netzhaut, und die sechszehnmal größere Oefnung der Pupille mit der Katze gemein, so würde es hundertmal empfind-

---

\*) Joh. Frid. Henkels mineralog. und chem. Schriften S. 601. und *Acta physico-medica Nat. Curios.* Vol. V. p. 332, für 1740.



empfindlicher, und für Ueberreste von Licht empfänglich seyn, die ihm jetzt für immer entgehen. Selten wird sich ein nächtliches Raubthier in einem dem Licht so ganz unzugänglichen Raume befinden, in den ich mich durch die Kunst versetze. Es würde daher immer für sein vortrefliches Auge zur schwachen Unterscheidung äußerer Gegenstände hinreichend Licht erhalten, wenn es auch keinen anderen natürlichen Vortheil besäße. Das Katzenaug wäre der beste und zuverlässigste Photometer, wenn man seine Oefnung in jedem Fall genau und bequem messen könnte.

b) *Das Katzenaug ist ein Spiegel und ein Phosphor durch Insolation.*

Es befinde sich eine ausgewachsene, ohngefähr zweyjährige Katze zu Winterszeit Nachts in einem durch ein einziges Licht mittelmäßig beleuchtetem Zimmer im Schatten, — etwa unter dem Tische, worauf das Licht steht — so wird man ihre Augen deutlich leuchten sehen. Man trage nun die ruhige, an uns gewöhnte Katze in ein ganz finsternes Nebenzimmer, so werden ihre Augen entweder nicht mehr leuchten, oder bald zu leuchten aufhören; ersteres ist der gewöhnliche Fall. Woher nun ihre feuerigen Augen im beleuchteten Zimmer? Wie ich glaube daher, weil ihr Auge ein sehr guter, in der Mitte durchbrochener Convexspiegel ist, der uns alle nicht durch die Oefnung gehende, und selbst einen Theil der tiefer eindringenden Strahlen zurückwirft; und vielleicht auch daher, weil es ein Phosphor durch Insolation, gleichsam ein Lichtmagnet ist, der die Lichtstrahlen nur auf eine kurze Zeit an sich hält, und dann wieder abgiebt. Beide Muthmassungen zusammengenommen reichen hin, ihr nächtliches Leuchten zu erklären, ohne zu einer eigenthümlichen Lichtausströmung seine Zuflucht nehmen zu müssen. (Dieses Leuchten unterstützt zugleich ihr nächtliches Sehen) Man lasse aber im obigen Falle nur den mindesten Lichtstrahl durch eine Ritze in das finstere Zimmer dringen, so wird das Aug der Katze sogleich wieder leuchten. Selbst bey hellem Tage erscheint ihr Auge glänzender als das jedes anderen Hausthieres, z. B. des Hundes.

c) *Das Katzenaug ein eigenthümlicher Phosphor.*

Nichts desto weniger kann es Fälle geben, wo alles bisher gesagte nicht hinreicht, das auffallende Funkeln der Katzenaugen im Finstern zu erklären, ohne ihnen das Vermögen einer eigenthümlichen Phosphorescenz einzuräumen, indem sie uns zuweilen in unterirdischen Behältnissen, wohin dem Scheine nach kein Strahl von Licht dringt, ein Paar funkelnde Augen entgegenwerfen; doch mischt sich hiebey viel willkührliches mit ein. Ich kann meine Katze weder durch Schmeicheln noch durch Mißhandeln dahin bringen; geräth sie aber gegen eine andere Katze oder gegen einen Hund in Zorn, so leuchten ihre Augen sehr auffallend. Bey einer jungen Katze von acht Monaten bemerke ich dieses Phänomen noch nicht; vielleicht erhält ihr Auge diese Eigenschaft erst bey voller Reife. Daher mag es kommen, daß junge Katzen nicht freiwillig auf das nächtliche Mäusen ausgehen, und ihren Fang auf den Hausraum einschränken. Aus allen meinen bisherigen Erfahrungen geht hervor, daß sich dieses eigenthümliche Leuchten der Augen, ohne mindeste Dazwischenkunft äußerer Bestrahlung, nur bey ausgewachsenen Katzen, und da äußerst selten bemerken läßt und daß es zum Theil von der Willkühr des Thieres, von seiner innerlichen Stimmung,



vielleicht auch von Zeitumständen abhängt. In dieser Voraussetzung liefert das Katzenaug ein ächt phosphorisches Phänomen, jenem der Johanniskäfer ähnlich, und auf denselben Gründen beruhend; allein ich bin hievon durch entschiedene Thatsachen nicht überzeugt.

Dafs es auch Menschen gegeben hat, und noch giebt, welche zu Nachts besser als bey Tag sehen, selbst in der Finsternifs vieles unterscheiden, und manchmal sogar phosphorisches Licht aus ihren Augen verbreiten, ist unläugbare Thatsache; letzteres immer nur im kranken, oder durch eine besondere Gemüthsstimmung erhöhten Zustand des Nervensystemes. Beyspiele früherer Zeiten kann man bey Bartholin und Cohausen nachlesen. Am besten wird sich jeder aufmerksame Beobachter seiner selbst von der wechselnden Beschaffenheit seiner Augen überzeugen. Allein nirgends sind so leicht Täuschungen möglich, wie hier.

### DRITTES KAPITEL.

## Uebersicht und Erklärung.

### U e b e r s i c h t.

#### §. 91.

Ich habe bisher das, was wir zur Zeit über die Phosphorescenz des Thierreichs zuverlässiges wissen, so ziemlich vollständig zusammengestellt, habe vielleicht die Geduld des Lesers bereits ermüdet, und es ist Zeit, von den gesammelten Thatsachen für die Erklärung Gebrauch zu machen. Allein gemäß dem festen Entschlus, alle Lücken meiner Concurrrenz-schrift auszufüllen, und etwas Vollständiges zu liefern, konnte ich nicht wohl anders verfahren. Mancher Leser wird mir sogar Dank wissen, dafs ich ihn auf wenig Blättern mit einer Menge von Erfahrungen bekannt gemacht habe, die man in mancherley Schriften zerstreut nur mit Mühe auffindet. Ich gieng hiebey immer vom einfachern auf das mehr zusammengesetzte, von dem häufiger vorkommenden auf das seltene, von der lebenden Natur, die man hier unmöglich ganz bey Seite setzen kann, auf die todte über; auch begnügte ich mich nicht mit der trocknen Thatsache, sondern hob überall die das Factum begleitenden und charakterisirenden Umstände mit aus, was eigentlich die Darstellung wissenschaftlich macht, und zur Kenntnifs der Wahrheit führt. Und dadurch soll sich meine Schrift vor andern gleichen Inhalts vortheilhaft auszeichnen. \*)

#### §. 92.

---

\*) Ich kenne nur vier Schriften, welche diesen Gegenstand behandeln, oder doch dem Titel nach behandeln sollten. Die Academie von Bordeaux setzte für 1717 einen Preis auf die beste Schrift über die Ursache des Leuchtens natürlicher und künstlicher Phosphor; Hr. Dortous de Mairan erhielt ihn, Dr. Cohausen scheint mitgeworben zu haben; beider Schriften erschienen. *Dissertation sur la cause de la lumière des Phosphores et des Noctiluques, par Mr. Dortous de Mairan, à Bordeaux 1717. 12mo, 54 Seiten, wovon eigentlich nur zwanzig Seiten zur Frage gehören; aber auch diese sind über alle Erwartung schlecht.*



## §. 92.

Umfassen wir alles bisher gesagte mit einem Blicke, so ergeben sich aus den zuverlässigsten Resultaten meiner und fremder Erfahrungen folgende Hauptsätze, welche jeder Meinung über die thierische Phosphorescenz, und jeder Erklärung des Phänomens zur Grundlage dienen können:

a) In allen sechs Klassen des Thierreichs giebt es viele Individuen, welche die Eigenschaft besitzen, im Finstern zu leuchten: einige bereits im Leben, andere erst nach dem Tode: einige stärker, andere schwächer: einige länger aushaltend, andere bald verschwindend.

b) So verschieden auch die Natur und Beschaffenheit dieser Individuen ist, wenn man sie als Bewohner des Meeres, des süßen Wassers, und des festen Landes, als kalt- und warmblütig, u. dergl. betrachtet, so hält doch bey allen die Phosphorescenz in der Hauptsache denselben Gang, und es erfolgen überall unter gleichen Umständen ganz ähnliche Erscheinungen; was z. B. einerseits dem Leuchten gedeihlich oder hinderlich ist, das ist's auch andererseits, u. s. f. Also muß überall eine und dieselbe Hauptursache zum Grunde liegen.

c) Immer geht das freiwillige Leuchten der eigentlichen Faulniss voran, und jenes nimmt ab, wie diese wächst. Je geneigter übrigens die thierische Substanz zur Verwesung ist, desto williger stellt sich, alles übrige gleich gesetzt, die Phosphorescenz ein.

d) Der freiwillig ausbrechende Leuchtstoff, was er immer seyn mag, hat seinen Sitz nicht in den festen, sondern in den flüssigen Theilen des Thiers; z. B. nicht in den Knochen und der Muskelfaser, sondern in den Flüssigkeiten. Jene festen Theile bleiben während dem Leuchten unzersetzt; ergiebt sich auch späterhin eine Zersetzung der Muskelfaser, so muß man sie der Faulniss, und nicht der Phosphorescenz unmittelbar zuschreiben.

e) Der Leuchtstoff scheint sich aus dem Innern der thierischen Maschine zu entwickeln, in Verbindung mit einer klebrigen Feuchtigkeit auf die Außenfläche zu dringen, und so in die umgebende Luft auszubrechen, zum Beweis, daß im Innern bereits eine Zersetzung vor sich geht, obwohl nach dem Urtheile unserer Sinne noch keine Spur von Fäulniss da ist.

f) Mittelst dieser klebrigen Substanz kann man den Leuchtstoff vom thierischen Körper trennen, und anderen Materien, vorzüglich manchen Flüssigkeiten, z. B. dem Wasser, der Milch, u. dergl. mittheilen, wodurch diese gleichfalls auf einige Zeit leuchtend werden.

g) Dieser Leuchtstoff ist flüchtiger, als die schleimige Substanz, mit der er in Verbindung steht.

h) Durch

---

*Lumen novum phosphoris accensum, sive de causa lucis in phosphoris tam naturalibus, quam artificialibus, etc. a Joan. Henrico Cohausen. M. D. Amstelodami 1717, 8°. XXVI, 306.* sind auch die Erklärungen auf die ältere Chemie gegründet, so findet man doch Facta und manchen guten Gedanken darin; also vor Mairan's Schrift des Preises würdig.

*Ueber das Leuchten des Meeres mit besonderer Hinsicht auf das Leuchten thierischer Körper, von Christoph Bernoulli, Göttingen 1803. 8°, 182 S.* Ganz vorzüglich gut und Lesenswerth — Vermuthlich auch die Beantwortung einer Preisfrage — Bartholias Schrift *de Luce hominum et brutorum* habe ich schon öfters angeführt.



h) Durch Austrocknen und gelindes Dörren phosphorischer Theile des Thiers kann man zwar ihr *wirkliches* Leuchten hemmen, aber die Fähigkeit hiezu erhält sich, und geht mittelst einer geschickten Anfeuchtung neuerdings in *Wirklichkeit* über. Durch Auslaugen hingegen mit Siedheissem Wasser wird alle Fähigkeit zu leuchten vernichtet: so auch durch starke Säuren, und gesättigte Salzaufösungen.

i) Feuchtigkeit, mässige Temperatur, und Zutritt der äussern Luft haben auf diese Phosphorescenz einen entschiedenen Einfluss, und es scheint ein schwacher Gährungsprocess vorzugehen. Kein thierischer Körper leuchtet in ganz trockenem Zustand, kein durch Kälte erstarrter: keiner setzt das Leuchten fort ohne allem Daseyn athmenbarer Luft; allein schon ein äusserst geringer Antheil dieser Luft ist hinreichend, den Leuchtprocess lange Zeit zu unterhalten; daher er selbst im möglichst verdünnten Raum der Luftpumpe nie ganz und gar verschwindet, ja sogar unter Wasser noch lange fort dauert.

k) In keiner ganz unathmenbaren Luft geht dieses Leuchten vor sich. Nur von der Schwierigkeit, vollkommen reine und homogene Gase zu bereiten, scheint es herzurühren, dass es auch in mephitischen Luftarten noch eine Zeitlang aushält, wenn es schon früher angefangen hat.

l) Bey lebenden Thieren sowohl, als bey leuchtenden Flüssigkeiten (f) ist die Bewegung dem Leuchten gedeihlich, manchmal sogar nothwendig, vielleicht nebst anderen Ursachen auch darum, weil durch Bewegung die Berührungspuncte zwischen der phosphorescirenden Substanz und der Luft vermehrt und gewechselt werden?

m) Durch niedrige Temperatur, wenn sie nur nicht unter den Gefrierpunct des Wassers fällt, wird das freiwillige Leuchten der Dauer nach verlängert, der Intensität nach aber geschwächt: bey höherer Temperatur hingegen gewinnt das phosphorische Licht an Helle, und verliert zugleich an Dauer.

n) Bey den verschiedenen Gattungen leuchtender Thiere ergeben sich zwey auffallende Unterschiede; der eine in Hinsicht des Subjects und seines Körperbaues: der andere in Hinsicht des Elements, in welchem das Thier lebt, und woraus es seine Nahrung zieht. Thiere nämlich von sehr zartem Körperbau, ohne eigentliche Muskelfasern und Knochen, sind zu dieser Phosphorescenz so sehr geeignet, dass man sie an ihnen schon bey Lebzeiten und vollkommener Gesundheit bemerkt, was bey den kraftvollen Thieren höherer Ordnung erst nach dem Tode zutrifft.

o) Nicht geringer ist der Unterschied zwischen Thieren derselben Gattung, je nachdem sie Bewohner des Meeres, der süßen Gewässer, oder des festen Landes sind, indem die ersten *ohne Ausnahme* lebendig oder todt, und zwar mit *vorzüglicher Pracht* leuchten: die letztern zwey aber höchst selten freiwillig, und ohne Vergleich schwächer phosphoresciren. Es scheint daher, das Seewasser habe als *Nahrungsmittel* einen günstigen Einfluss auf das Leuchten; und es trage dazu bey, die Seethiere zum Phosphoresciren geschickter zu machen.

p) Durch Salz und schwache Salzaufösungen kann man das Fleisch solcher Thiere zum Leuchten geschickt machen, die sich von freien Stücken nicht dazu bequemen wollen, was mit der vorhergehenden Bemerkung in Verbindung steht.

q) Beym



q) Bym Ueberblick des Ganzen ergibt sich zwischen See- und Landthieren folgende Harmonie: Unter den Seethieren leuchten am schönsten, und häufigsten die zarten Mollusken und Würmer: hierauf kommen die etwas kräftigern Schalthiere: dann die Fische, und zuletzt, wie ich vermüthe, die warmblütigen Thiere des Meeres, obwohl uns hierüber noch die Beobachtungen mangeln. Unter den Thieren des festen Landes kommen gleichfalls zuerst die zarten Würmer und Insecten, hierauf die Fische und Amphibien, endlich das Fleisch der warmblütigen Thiere. Die Thiere der ersten Klasse leuchten bereits lebendig, die der letztern in der Regel nie anders, als nach dem Tode: in der Mittelklasse giebt es einige lebendig, andere nur todt leuchtende. Kömmt dieser Unterschied einzig vom feinern und kräftigern Körperbau her, oder liegt noch etwas anders zum Grund, z. B. die Verschiedenheit in den Respirationswerkzeugen, im Athmen selbst, und dem daraus entspringenden weiskalten, rothkalten, rothwarmen Blut?

r. Bey den meisten (vielleicht bey allen) lebendig leuchtenden Thieren ist das Leuchten örtlich, und wie es scheint auch periodisch, das heisst, es schränkt sich entweder gänzlich auf einen bestimmten Theil des Körpers ein, oder es zeigt sich an gewissen Stellen vorzüglich schön, welche mit dem Lebensende verschwinden, oder sich vor anderen Theilen nicht mehr auszeichnen. Bey den Würmern und Insecten des festen Landes scheint es sich vorzüglich zu gewissen Jahreszeiten, und in einer bestimmten Lebensperiode einzustellen. Dieser Umstand hat auch auf das Leuchten nach dem Tode Einfluss.

## E r k l ä r u n g.

### §. 93.

#### I. *Das thierische Leuchten ist ein schwacher Verbrennungsproceß.*

Nach meinen (§. 170. u. f. der 2ten Abhandl.) auseinander gesetzten Begriffen giebt es ein Leuchten ohne Verbrennen, ein Verbrennen ohne Leuchten, und ein Leuchten mit Verbrennen. Da diese Eintheilung erschöpfend ist, und alle mögliche Fälle umfaßt, so fragt sich, zu welcher Klasse gehört die thierische Phosphorescenz? ich glaube, zur dritten, und zwar aus folgenden Gründen:

a) Aus allen Beobachtungen und Versuchen ergibt sich, daßs das Entstehen, so wie das Fortdauern der thierischen Phosphorescenz von der Beschaffenheit des umgebenden Mittels wesentlich abhängt. Jedes Mittel, in welchem ein Thier längere Zeit bequem leben kann, ist auch zum Unterhalten seines Leuchtens tauglich; wo aber jenes nicht angeht, erhält sich auch dieses nicht. Seewürmer u. dergl. leben unter, und auf dem Wasser, und sie leuchten hier wie dort: Landthiere halten nicht lang ohne Vorrath von atmosphärischer Luft aus, und sie leuchten auch nur in dieser Luft anhaltend.

b) Frisch aus der See genommene Fische fordern, nachdem sie abgethan, und ausgenommen worden, bey einer mittleren Temperatur, und in freier Luft gewöhnlich anderthalb bis



bis zwey Tage, um ein phosphorisches Licht zu verbreiten. *Bringt man sie früher in eine rein unathmenbare Luftart, so werden sie zwar verwesen, aber nie zum Leuchten kommen;* das sich aber einstellt, wenn man etwas Weniges von atmosphärischer Luft unter die Glasflasche aufsteigen läßt. Diesen Erfolg betrachte ich als den stärksten Beweis meines Satzes.

Je mehr man unter dem Recipienten der Luftpumpe die Luft verdünnt, desto schwächer wird das Licht phosphorescirender Fische, je mehr man wieder hinzuläßt, desto besser erholt es sich.

d) Theilt man dem Wasser den Leuchtstoff der Seefische mit, oder bringt man inländische Fische in Salzauflösungen zum Leuchten, so zeigt sich dieses Licht gewöhnlich nur, wenn man die Flüssigkeit in Bewegung setzt, und hiemit den Leuchtstoff mit der äußern Luft in Berührung bringt.

e) Alle thierische Phosphor verlöschen in den unathmenbaren Luftarten früher oder später: warum nicht augenblicklich? rührt theils von der Unvollkommenheit der künstlichen Gase, theils und vorzüglich von der jeder Körperfläche anklebenden, und in den Poren mechanisch vorhandenen Luft her; man muß daher nie erwarten, daß leuchtende Fische, u. dergl. sogleich verlöschen.

f) Erhöhte Temperatur vermehrt den Glanz, und vermindert die Dauer der Phosphorescenz: merklich herabgedrückte bringt gerade entgegengesetzte Wirkungen hervor. Diese Erscheinung ist dem Leuchten und Verbrennen des Kunkelschen Phosphors in verschiedenen Temperaturen so ähnlich, daß man sie ganz für dasselbe Phänomen ansehen kann.

g) Hr. Spallanzani versichert, durch das Leuchten von 50 Johanniskwürmchen in Sauerstoffgas binnen  $\frac{3}{4}$  Stunden eine Luftverminderung von  $1\frac{1}{2}$  Grad erhalten zu haben. Mehr im Großen angestellte Versuche würden sowohl die Zersetzung der atmosphärischen Luft, als das Verschwinden des Sauerstoffs bey dem thierischen Leuchten überzeugend darthun. Alles dieses zusammen genommen mag hinreichen, das Leuchten thierischer Substanzen als einen Verbrennungsproceß anzusehen.

#### §. 94.

Daß aber hier ein äußerst feines, und über alle Begriffe sparsames Verbrennen vor sich gehe, läßt sich aus folgenden Umständen schließen:

a) Selbst das auffallendste Leuchten ist mit keiner bemerkbaren Temperatur-Erhöhung welche sonst vom Innern nach Außen wirkt, begleitet.

b) Es hält bis unter den Gefrierpunkt des Wassers aus, und fordert also keine von Außen nach Innen wirkende Temperatur-Erhöhung.

Bey todten Fischen verlöscht es unter Wasser erst nach einigen Stunden. Medusen und andere Seethierchen können tief unter Wasser während ihrem ganzen Leben leuchten, wobey bloß die wenige im Wasser vorfindliche Luft den Verbrennungs- so wie den Lebensproceß unterhalten muß:

d) Auch in möglichst verdünnter Luft verlöscht dieses Licht nie ganz.

e) In



e) In Gasarten, in denen der Kunkelsche Phosphor bereits verloschen ist, kann das Fischlicht noch einige Zeit aushalten; ohne Zweifel mittelst der im Fische selbst vorhandenen Luft.

f) Das Leuchten in reinem Sauerstoffgas zeichnet sich vor dem in gemeiner Luft nicht merklich aus; also wird der verbrennliche Stoff nur nach und nach entwickelt, und diese Entwicklung geht so sparsam vor sich, daß die Verschiedenheit jener Medien keinen Einfluß auf das Leuchten haben kann.

g) Bey den Hünerey- und Eydexe-Eiern geht das Leuchten im Innern vor. Dauert diese Phosphorescenz längere Zeit fort, und ist sie ein wirkliches Verbrennen, so kann wohl die im Ey selbst sparsam enthaltene Luft nicht hinreichen, und man muß annehmen, daß die Pori der Kalkartigen Schale mit der umgebenden Luft eine schwache, zur Unterhaltung des Verbrennens aber dennoch hinreichende Verbindung ausmitteln. — Man erinnere sich an das Ausdünsten der Eier. —

Alle diese Thatfachen sind zwar eben so viele Einwürfe gegen die Verbrennungshypothese, denen man noch Spallanzani's Erfahrung (§. 64, d.) beifügen kann, daß eine Meduse unter frischem Wasser wieder zu leuchten anfing, nachdem sie in freier Luft bereits verloschen war, vermuthlich weil die im Trocknen gehemmte Zersetzung durch Wasser wieder befördert wurde; allein wiegt man Gründe und Gegengründe gegeneinander ab, so scheint das Uebergewicht, aller Einwürfe ungeachtet, auf die bejahende Seite zu fallen; man muß nur seine Begriffe über das Verbrennen erweitern, und nicht etwa auf das Küchenfeuer, oder ähnliche Processe beschränken.

## II. *Der hiezu nöthige verbrennliche Körper ist hauptsächlich der bekannte thierische Phosphor in Verbindung mit dem Wasserstoff, und Stickstoff.*

### §. 95.

Besteht nun die thierische Phosphorescenz in einem wirklichen Verbrennen, wenn gleich nach dem möglichst verjüngten Maasstab dieses Processes, so müssen wir einen Stoff angeben können.

a) welcher sich im Thierreich allgemein vorfindet, indem es möglich, ja sogar wahrscheinlich ist, daß jedes Individuum desselben wo nicht freiwillig, doch mittelst einer geschickten Behandlung, phosphorescirend werden kann:

b) welcher mit den zum Leuchten geschickten Bestandtheilen des Thieres in einer so schwachen Verbindung steht, daß er bey der geringsten Zersetzung jener Theile frey und ausgeschieden wird:

c) welcher endlich in einem so hohen Grad oxydirbar und verbrennlich ist, daß er sich in demselben Augenblick säuert und verbrennt, in welchem er in Freiheit gesetzt, und mit der umgebenden Luft in Verbindung gebracht wird, ohne daß er hiezu eine innerliche oder äußere Temperatur-Erhöhung vonnöthen hätte.

Es



Es sagt uns aber die Erfahrung, daß sich aus den thierischen Substanzen, wenn sie bey der freiwilligen Zersetzung bis zur Fäulnis vorschreiten, hauptsächlich folgende Stoffe nach und nach ausscheiden, und verflüchtigen, nämlich: Kohlen- Schwefel- und Phosphor-Wasserstoffgas, Kohlensaures Gas, Wasserdämpfe, und Ammoniak. Obgleich nun die thierische Phosphorescenz viel früher als die wirkliche Fäulnis eintritt, so ist sie doch immer eine Folge der bereits angefangenen Zersetzung, und ein Vorbote der Fäulnis. Man kann daher mit Grund annehmen, daß die flüchtigern obiger Stoffe bereits bey der schwachen Zersetzung sparsam zu entweichen anfangen; hierunter gehören zuverlässig das gekohlte, geschwefelte, und geposphorte Wasserstoffgas, und das Ammoniak. Da nun die ersten drey in hohem Grade verbrennlich sind, da der Phosphorstoff die Eigenschaft besitzt, bey der mindesten Berührung mit athmenbarer Luft, selbst ohne Temperatur-Erhöhung, mit Lichtausbruch zu verbrennen, und da er zugleich zum Stickstoff eigene Verhältnisse hat, so kann man das freiwillige Leuchten thierischer Substanzen als ein äusserst schwaches und langsames Verbrennen jener Stoffe betrachten, wobey der Phosphorstoff die Hauptrolle spielt. Der Ueberfluß an Wasser- und Stickstoff im Thierreiche ist bekannt; es scheint aber nicht, daß man den großen Vorrath an Phosphorstoff immer mit der Aufmerksamkeit betrachtet hat, wie er es verdiente; dieß soll also hier geschehen. Den Schwefelstoff umgehe ich, weil er im Thierreich etwas sparsamer vorkömmt, und zur vollständigen Erklärung unseres Phänomens nicht schlechterdings nothwendig ist, obwohl er in vielen Fällen dazu beitragen kann.

### §. 96.

#### III. Der Phosphorstoff ist im ganzen Thierreich verbreitet, und zwar unter dreierley Zuständen:

##### A. Im gesäuerten und streng gebundenen Zustand.

a) Betrachten wir zuerst die warmblütigen Thiere, von denen wir vor anderen genaue Analysen haben, so müssen wir uns wahrlich über die Menge des Phosphorstoffs in allen Theilen der thierischen Maschine verwundern. Die *Knochen* bestehen größtentheils aus phosphorsaurer Kalk- und Bittererde: hat man sie durch's Feuer von den verbrennlichen Bestandtheilen befreiet, so bleibt beinahe nichts, als phosphorsaure Kalkerde zurück. Die *beugsamen* und zugleich *festen Theile*, z. B. die Knorpeln, Hörner, Klauen, Haare, Federn, Schuppen, u. dergl. sind ein Gemisch der thierischen Schleimsubstanz mit phosphorsaurer Kalkerde, letztere nur sparsamer, als in den Knochen. Die Kraftbrühe vom gesottenen *Muskelfleisch* enthält Phosphorsäure. Die Kalkerde, das Ammoniak, und die Soda des *Gehirns*, sind durchgängig phosphorsauer. In keiner thierischen Flüssigkeit ist die phosphorsaure Kalkerde so reichlich zugegen, wie in der *Milch*, dem vorzüglichsten Nahrungsmittel des neugebohrnen Thieres. Die Asche der verbrannten *Blutfiber*, der *Milch*, des *Butters*, der *Galle*, u. s. f. liefert immer phosphorsaure Kalk- und Bittererde. Der *Urin* endlich ist merkwürdig wegen seiner Reichhaltigkeit an phosphorsaurer Kalk- und Bittererde, ja selbst an freier Phosphorsäure.

b) In



b) In den Amphibien und Fischen findet sich zwar der Phosphor etwas sparsamer ein, als bey den vierfüßigen Thieren; allein das Gerippe, und die festen Theile derselben sind noch reich an phosphorsaurer Kalkerde, und die Fleischfaser, so wie die Milch der Fische ist nicht ganz leer daran: in letzterer will Fourcroy sogar wirklichen, freien Phosphor gefunden haben.

c) Mit den Insecten und Würmern hat man meines Wissens noch keine dahin abzweckende Analysen vorgenommen; sie würden auch zuverlässig entweder gar nichts, oder nur sehr wenig an Phosphorgehalt liefern, da sich selbst in den festen Theilen dieser zarten Geschöpfe, z. B. im Bein des Tintenfisches, in der Perlmutter, in den Korallen, u. dgl. keine phosphorsaure Kalkerde vorfindet; hierüber werde ich mich sogleich erklären.

### §. 97.

#### B. Im minder gebundenen, halbfreien Zustand.

In den französischen Annalen der Chemie (T. XXXIV, p. 71.) kömmt eine Tabelle vor, die ich zur Bequemlichkeit des Lesers hier einschalte. Merat-Guillot fand durch eine Reihe chemischer Analysen, daß die *phosphorsaure Kalkerde* in den Knochen und anderen Concretionen der Thiere in dem Maasse abnimmt, als die *Kohlensaure Kalkerde* wächst, ein Umstand, welcher über die gegenwärtige Frage viel Licht verbreitet.

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,11 | 0,21 | 0,31 | 0,41 | 0,51 | 0,61 | 0,71 | 0,81 | 0,91 | 1,01 |
| 0,12 | 0,22 | 0,32 | 0,42 | 0,52 | 0,62 | 0,72 | 0,82 | 0,92 | 1,02 |
| 0,13 | 0,23 | 0,33 | 0,43 | 0,53 | 0,63 | 0,73 | 0,83 | 0,93 | 1,03 |
| 0,14 | 0,24 | 0,34 | 0,44 | 0,54 | 0,64 | 0,74 | 0,84 | 0,94 | 1,04 |
| 0,15 | 0,25 | 0,35 | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,05 |
| 0,16 | 0,26 | 0,36 | 0,46 | 0,56 | 0,66 | 0,76 | 0,86 | 0,96 | 1,06 |
| 0,17 | 0,27 | 0,37 | 0,47 | 0,57 | 0,67 | 0,77 | 0,87 | 0,97 | 1,07 |
| 0,18 | 0,28 | 0,38 | 0,48 | 0,58 | 0,68 | 0,78 | 0,88 | 0,98 | 1,08 |
| 0,19 | 0,29 | 0,39 | 0,49 | 0,59 | 0,69 | 0,79 | 0,89 | 0,99 | 1,09 |
| 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 |
| 0,21 | 0,31 | 0,41 | 0,51 | 0,61 | 0,71 | 0,81 | 0,91 | 1,01 | 1,11 |
| 0,22 | 0,32 | 0,42 | 0,52 | 0,62 | 0,72 | 0,82 | 0,92 | 1,02 | 1,12 |
| 0,23 | 0,33 | 0,43 | 0,53 | 0,63 | 0,73 | 0,83 | 0,93 | 1,03 | 1,13 |
| 0,24 | 0,34 | 0,44 | 0,54 | 0,64 | 0,74 | 0,84 | 0,94 | 1,04 | 1,14 |
| 0,25 | 0,35 | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 |
| 0,26 | 0,36 | 0,46 | 0,56 | 0,66 | 0,76 | 0,86 | 0,96 | 1,06 | 1,16 |
| 0,27 | 0,37 | 0,47 | 0,57 | 0,67 | 0,77 | 0,87 | 0,97 | 1,07 | 1,17 |
| 0,28 | 0,38 | 0,48 | 0,58 | 0,68 | 0,78 | 0,88 | 0,98 | 1,08 | 1,18 |
| 0,29 | 0,39 | 0,49 | 0,59 | 0,69 | 0,79 | 0,89 | 0,99 | 1,09 | 1,19 |
| 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 |
| 0,31 | 0,41 | 0,51 | 0,61 | 0,71 | 0,81 | 0,91 | 1,01 | 1,11 | 1,21 |
| 0,32 | 0,42 | 0,52 | 0,62 | 0,72 | 0,82 | 0,92 | 1,02 | 1,12 | 1,22 |
| 0,33 | 0,43 | 0,53 | 0,63 | 0,73 | 0,83 | 0,93 | 1,03 | 1,13 | 1,23 |
| 0,34 | 0,44 | 0,54 | 0,64 | 0,74 | 0,84 | 0,94 | 1,04 | 1,14 | 1,24 |
| 0,35 | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 | 1,25 |
| 0,36 | 0,46 | 0,56 | 0,66 | 0,76 | 0,86 | 0,96 | 1,06 | 1,16 | 1,26 |
| 0,37 | 0,47 | 0,57 | 0,67 | 0,77 | 0,87 | 0,97 | 1,07 | 1,17 | 1,27 |
| 0,38 | 0,48 | 0,58 | 0,68 | 0,78 | 0,88 | 0,98 | 1,08 | 1,18 | 1,28 |
| 0,39 | 0,49 | 0,59 | 0,69 | 0,79 | 0,89 | 0,99 | 1,09 | 1,19 | 1,29 |
| 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 |
| 0,41 | 0,51 | 0,61 | 0,71 | 0,81 | 0,91 | 1,01 | 1,11 | 1,21 | 1,31 |
| 0,42 | 0,52 | 0,62 | 0,72 | 0,82 | 0,92 | 1,02 | 1,12 | 1,22 | 1,32 |
| 0,43 | 0,53 | 0,63 | 0,73 | 0,83 | 0,93 | 1,03 | 1,13 | 1,23 | 1,33 |
| 0,44 | 0,54 | 0,64 | 0,74 | 0,84 | 0,94 | 1,04 | 1,14 | 1,24 | 1,34 |
| 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 | 1,25 | 1,35 |
| 0,46 | 0,56 | 0,66 | 0,76 | 0,86 | 0,96 | 1,06 | 1,16 | 1,26 | 1,36 |
| 0,47 | 0,57 | 0,67 | 0,77 | 0,87 | 0,97 | 1,07 | 1,17 | 1,27 | 1,37 |
| 0,48 | 0,58 | 0,68 | 0,78 | 0,88 | 0,98 | 1,08 | 1,18 | 1,28 | 1,38 |
| 0,49 | 0,59 | 0,69 | 0,79 | 0,89 | 0,99 | 1,09 | 1,19 | 1,29 | 1,39 |
| 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 |
| 0,51 | 0,61 | 0,71 | 0,81 | 0,91 | 1,01 | 1,11 | 1,21 | 1,31 | 1,41 |
| 0,52 | 0,62 | 0,72 | 0,82 | 0,92 | 1,02 | 1,12 | 1,22 | 1,32 | 1,42 |
| 0,53 | 0,63 | 0,73 | 0,83 | 0,93 | 1,03 | 1,13 | 1,23 | 1,33 | 1,43 |
| 0,54 | 0,64 | 0,74 | 0,84 | 0,94 | 1,04 | 1,14 | 1,24 | 1,34 | 1,44 |
| 0,55 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 | 1,25 | 1,35 | 1,45 |
| 0,56 | 0,66 | 0,76 | 0,86 | 0,96 | 1,06 | 1,16 | 1,26 | 1,36 | 1,46 |
| 0,57 | 0,67 | 0,77 | 0,87 | 0,97 | 1,07 | 1,17 | 1,27 | 1,37 | 1,47 |
| 0,58 | 0,68 | 0,78 | 0,88 | 0,98 | 1,08 | 1,18 | 1,28 | 1,38 | 1,48 |
| 0,59 | 0,69 | 0,79 | 0,89 | 0,99 | 1,09 | 1,19 | 1,29 | 1,39 | 1,49 |
| 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 |
| 0,61 | 0,71 | 0,81 | 0,91 | 1,01 | 1,11 | 1,21 | 1,31 | 1,41 | 1,51 |
| 0,62 | 0,72 | 0,82 | 0,92 | 1,02 | 1,12 | 1,22 | 1,32 | 1,42 | 1,52 |
| 0,63 | 0,73 | 0,83 | 0,93 | 1,03 | 1,13 | 1,23 | 1,33 | 1,43 | 1,53 |
| 0,64 | 0,74 | 0,84 | 0,94 | 1,04 | 1,14 | 1,24 | 1,34 | 1,44 | 1,54 |
| 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 | 1,25 | 1,35 | 1,45 | 1,55 |
| 0,66 | 0,76 | 0,86 | 0,96 | 1,06 | 1,16 | 1,26 | 1,36 | 1,46 | 1,56 |
| 0,67 | 0,77 | 0,87 | 0,97 | 1,07 | 1,17 | 1,27 | 1,37 | 1,47 | 1,57 |
| 0,68 | 0,78 | 0,88 | 0,98 | 1,08 | 1,18 | 1,28 | 1,38 | 1,48 | 1,58 |
| 0,69 | 0,79 | 0,89 | 0,99 | 1,09 | 1,19 | 1,29 | 1,39 | 1,49 | 1,59 |
| 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 1,60 |
| 0,71 | 0,81 | 0,91 | 1,01 | 1,11 | 1,21 | 1,31 | 1,41 | 1,51 | 1,61 |
| 0,72 | 0,82 | 0,92 | 1,02 | 1,12 | 1,22 | 1,32 | 1,42 | 1,52 | 1,62 |
| 0,73 | 0,83 | 0,93 | 1,03 | 1,13 | 1,23 | 1,33 | 1,43 | 1,53 | 1,63 |
| 0,74 | 0,84 | 0,94 | 1,04 | 1,14 | 1,24 | 1,34 | 1,44 | 1,54 | 1,64 |
| 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 | 1,25 | 1,35 | 1,45 | 1,55 | 1,65 |
| 0,76 | 0,86 | 0,96 | 1,06 | 1,16 | 1,26 | 1,36 | 1,46 | 1,56 | 1,66 |
| 0,77 | 0,87 | 0,97 | 1,07 | 1,17 | 1,27 | 1,37 | 1,47 | 1,57 | 1,67 |
| 0,78 | 0,88 | 0,98 | 1,08 | 1,18 | 1,28 | 1,38 | 1,48 | 1,58 | 1,68 |
| 0,79 | 0,89 | 0,99 | 1,09 | 1,19 | 1,29 | 1,39 | 1,49 | 1,59 | 1,69 |
| 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 1,60 | 1,70 |
| 0,81 | 0,91 | 1,01 | 1,11 | 1,21 | 1,31 | 1,41 | 1,51 | 1,61 | 1,71 |
| 0,82 | 0,92 | 1,02 | 1,12 | 1,22 | 1,32 | 1,42 | 1,52 | 1,62 | 1,72 |
| 0,83 | 0,93 | 1,03 | 1,13 | 1,23 | 1,33 | 1,43 | 1,53 | 1,63 | 1,73 |
| 0,84 | 0,94 | 1,04 | 1,14 | 1,24 | 1,34 | 1,44 | 1,54 | 1,64 | 1,74 |
| 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 | 1,25 | 1,35 | 1,45 | 1,55 | 1,65 | 1,75 |
| 0,86 | 0,96 | 1,06 | 1,16 | 1,26 | 1,36 | 1,46 | 1,56 | 1,66 | 1,76 |
| 0,87 | 0,97 | 1,07 | 1,17 | 1,27 | 1,37 | 1,47 | 1,57 | 1,67 | 1,77 |
| 0,88 | 0,98 | 1,08 | 1,18 | 1,28 | 1,38 | 1,48 | 1,58 | 1,68 | 1,78 |
| 0,89 | 0,99 | 1,09 | 1,19 | 1,29 | 1,39 | 1,49 | 1,59 | 1,69 | 1,79 |
| 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,80 |
| 0,91 | 1,01 | 1,11 | 1,21 | 1,31 | 1,41 | 1,51 | 1,61 | 1,71 | 1,81 |
| 0,92 | 1,02 | 1,12 | 1,22 | 1,32 | 1,42 | 1,52 | 1,62 | 1,72 | 1,82 |
| 0,93 | 1,03 | 1,13 | 1,23 | 1,33 | 1,43 | 1,53 | 1,63 | 1,73 | 1,83 |
| 0,94 | 1,04 | 1,14 | 1,24 | 1,34 | 1,44 | 1,54 | 1,64 | 1,74 | 1,84 |
| 0,95 | 1,05 | 1,15 | 1,25 | 1,35 | 1,45 | 1,55 | 1,65 | 1,75 | 1,85 |
| 0,96 | 1,06 | 1,16 | 1,26 | 1,36 | 1,46 | 1,56 | 1,66 | 1,76 | 1,86 |
| 0,97 | 1,07 | 1,17 | 1,27 | 1,37 | 1,47 | 1,57 | 1,67 | 1,77 | 1,87 |
| 0,98 | 1,08 | 1,18 | 1,28 | 1,38 | 1,48 | 1,58 | 1,68 | 1,78 | 1,88 |
| 0,99 | 1,09 | 1,19 | 1,29 | 1,39 | 1,49 | 1,59 | 1,69 | 1,79 | 1,89 |
| 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,80 | 1,90 |



~~~~~

T a b e l l e.

*Verhältniß der phosphorsauren zur Kohlensauren Kalkerde in hundert Theilen
der geprüften Substanz.*

<i>S u b s t a n z.</i>	<i>Phosphor- saure Kalk.</i>	<i>Kohlensaure Kalkerde.</i>	<i>Gallerte.</i>	<i>Verlust.</i>
Ochsenbein.	93 , 0	2 , 00	3 , 0	2 , 00
Bein von Elendthier.	90 , 0	1 , 00	1 , 5	7 , 50
Pferdzahn.	85 , 5	0 , 25	12 , 0	2 , 25
Bein vom Hasen.	85 , 0	1 , 00	9 , 0	5 , 00
— vom Huhn.	72 , 2	1 , 50	6 , 0	20 , 5
— vom Hammel.	70 , 0	0 , 50	16 , 0	13 , 5
— vom Pferd.	67 , 5	1 , 25	9 , 0	22 , 25
— vom Menschen aus dem Grabe genommen.	67 , 0	1 , 50	16 , 0	15 , 50
— vom Menschen, frisch, getrocknet.	63 , 0	2 , 00	23 , 0	12 , 00
Elfenbein.	64 , 0	0 , 10	24 , 0	11 , 9
Hechtenbein.	64 , 0	1 , 00	12 , 0	25 , 0
von einer Viper.	60 , 5	0 , 50	21 , 5	17 , 5
Hirschgeweih.	57 , 5	1 , 00	27 , 0	14 , 5
Kalbsknochen.	54 , 0	eine Spur.	25 , 0	21 , 0
Schweinsknochen.	52 , 0	1 , 0	17 , 0	30 , 0
Karpfengräte.	45 , 0	0 , 5	6 , 0	48 , 5
vom Hummer.	14 , 0	40 , 0	18 , 0	28 , 0
Krebsaugen.	12 , 0	60 , 0	2 , 0	26 , 0
Eierschalen.	2 , 0	72 , 0	3 , 0	23 , 0
Weisse Korallen.	0 , 0	50 , 0	1 , 5	48 , 5
Rothe Korallen.	0 , 0	53 , 5	0 , 5	46 , 0
Perlenmutter.	0 , 0	66 , 0	2 , 5	31 , 5
Os Sepiae.	0 , 0	68 , 0	8 , 0	24 , 0

§. 98.

Diese Tabelle enthält ungemein viel lehrreiches, nur muß man sie gehörig in's Auge fassen, und verstehen. Wir sehen daraus a) wie reich die Knochen der warmblütigen Thiere an phosphorsaurer Kalkerde, und wie arm sie an Kohlensaurer sind. b) Wie schön dieses Naturgesetz auch noch bey den kaltblütigen Thieren zutrifft, so lang ihr Blut roth ist. c) wie auffallend sich dieses Verhältniß bey den weißblütigen Thieren, z. B. bey den Krebsaugen ändert. d) Wie endlich die Concretionen der Seewürmer ohne eine Spur von Phosphorsäure weiter nichts als kohlen saure Kalkerde liefern.

e) Allein hier äußert sich zugleich ein anderer Umstand, den sich Hr. Merat-Guillot nicht zu erklären wußte, ich meine den *auffallenden Verlust* wie er *Spalte 5* der Tabelle vorkömmt. Es ist doch unmöglich, bey einer chemischen, nur mit mittelmässiger Genauigkeit vorgenommenen Analyse die Hälfte des untersuchten Materials zu verlieren, ohne zu wissen, was es war, und wohin es kam. *Dieser Verlust besteht hier in dem minder gebundenen, während dem Proceß ausgeschiedenen und unmerklich entweichenden Phosphorstoff.* Hievon bin ich so ganz überzeugt, daß ich nicht im mindesten an der Richtigkeit meiner Ansicht zweifle. Alle thierische Substanzen enthalten aufser der mit der Kalkerde, Bittererde, Soda, u. dergl. innigst verbundenen und ganz neutralisirten Phosphorsäure auch mehr oder weniger schwach gebundenen, ja beynahe ganz freien Phosphorstoff, und zwar desto mehr von diesem, je weniger sie von jenem besitzen.

In dieser Voraussetzung wird es mir erklärbar, wie der Verlust bey den Korallen und Karpfengrätten beinahe auf die Hälfte: bey Schweinsknochen, beim Hummer, und der Perlenmutter nächstens auf ein Drittel, bey den meisten auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ steigen konnte.

f) Es ist bekannt, daß man die Knochen und Zähne der Thiere im stärksten Feuer verkalken darf, ohne daß ihre Phosphorsäure von der Kalkerde getrennt wird. Ich habe aber auch erwiesen, daß ein minder stark gebundener Antheil von Phosphorstoff schon bey einem viel mässigeren Grad der Hitze in's Freie entweicht, und im Finstern als Flämmchen sich verräth. Man lese (*Abhandl. 2. S. 177. bis 179.*) meine Versuche über das Leuchten thierischer Substanzen auf dunkelheisses Kupfer gestreut. Ein Menschenzahn, altes Elfenbein, Haasenknochen, das Bein des Tintenfisches zu gröblichem Pulver zerstossen, brannten anfangs mit einem schwachen Flämmchen, das ich nur dem ausbrechenden Phosphor zuschreiben konnte (a. a. O. §. 176.). Vermuthlich war es bey den übrigen Substanzen zu schwach, oder meine Aufmerksamkeit nicht gehörig darauf gerichtet, sonst würde ich's bey den meisten wahrgenommen haben. Derley Versuche in einem geschlossenen, sehr beschrankten Raum haben so viel lästiges, daß man leicht so etwas übersehen kann. Uebrigens ist nichts leichter, als sich von der Gegenwart des ungesäuerten Phosphors in den thierischen Substanzen zu überzeugen; jede trockene Destillation liefert den Beweis, wenn die Augen während dem Proceß vom Kohlenfeuer nicht zu sehr geblendet werden. Wer z. B. Ochsenknochen (vorläufig ausgesotten und im Mörser zerstossen) in gehöriger Menge verbrennt: wer menschlichen Urin über Feuer verdichtet, wird immer entweder eine Flamme im offe-

nen

nen Tiegel, oder ein starkes Licht im Hals der Retorte sehen; beides eine Folge des entweichenden Phosphors, der ebendarum, weil er sich beym Entweichen säuert und verbrennt, vorläufig mit keiner Säure und Erde innigst verbunden seyn konnte.

§. 99.

C. Im ganz reinen, und beinahe freien Zustande.

Dieser Satz läßt sich zwar durch keine directen Versuche beweisen: allein die freiwillige Phosphorescenz des Thierreichs selbst ist der stärkste Beweis, den ich aber nicht beibringen darf, um mir nicht den Vorwurf eines fehlerhaften Schlusses, und einer Drehung im Kreis zuzuziehen. Folgende auf Thatsachen gegründete Bemerkungen können die Stelle eines directen Beweises vertreten:

a) Die festen Bestandtheile der warmblütigen Thiere enthalten durchgängig phosphorsaure Erden, manche auch minder stark gebundenen Phosphor (§§. 96, 98.); in den flüssigen Bestandtheilen findet sich außer den gesäuerten Erden schon freie Phosphorsäure vor; auch zeigt sich bey ihrer Destillation ein reichlicher Ausbruch von Licht, also ungesäuerter, schwach gebundener, durch eine mäßige Erhitzung auszuschheidender Phosphorstoff; es ist daher sehr wahrscheinlich, ja beinahe erwiesen, daß sich dieser Stoff mit den Substanzen des Thierreichs in allen möglichen Abstufungen der Verwandtschaft vereinigt.

b) Betrachtet man den Phosphor mit den neuern Chemikern als einen unzerlegbaren Stoff, als ein chemisches Element, so kann er sich nicht erst im Thiere selbst bilden, sondern dieses erhält ihn durch die verschiedenen Nahrungsmittel, verarbeitet, und assimilirt sich ihn, und so tritt er samt der Nahrung mit den verschiedenen Bestandtheilen des Thiers in engere oder schwächere Verbindung. Bey der Verdauung, und Auflösung der Nahrungstoffe muß es sich häufig ereignen, daß der in ihnen gesäuerte und eng gebundene Phosphor frey und entsäuert wird, und so mit dem Urin, dem Speichel, dem Schweiß, der Milch, und anderen thierischen Ausscheidungen sogleich wieder abgeht und ausgestossen wird. Also kann es im Thiere nie an wirklichem, schwach gebundenen Phosphorstoff fehlen.

c) Je weniger Consistenz die thierische Maschine hat, je zarter und weicher der Körperbau ist, desto weniger Anhaltungspuncte, desto weniger Grundlage zur Säuerung findet der Phosphor, desto freier bleibt er, desto leichter wird er wieder ausgeschieden; daher die schöne Phosphorescenz der Seewürmer, und Mollusken.

d) Daß diese freie Verbindung nicht nur möglich, sondern auch leicht ausführbar ist, beweisen meine Versuche über das Verhalten des Phosphors in Oelen, *Abh. II, §. 96 u. f.* Mit Phosphor, in Oel aufgelöst, kann man alle Erscheinungen der thierischen Phosphorescenz nachmachen. Borch versichert, sich durch wirkliches Einkochen der schleimigen leuchtenden Substanz des Schwertfisches ein phosphorescirendes Oel bereitet zu haben. *Mem. della Acad. di Siena. T. VI. p. 517.*

§. 100.

Dafs endlich der Phosphor aus allen Körpern am leichtesten mit Lichtausbruch verbrennt, und es hierin sowohl dem Schwefel als dem Wasserstoffgas weit bevorthut, brauche ich wohl nicht zu erweisen: er ist eben so leicht verbrennlich als stets nach Säuerung strebend, ohne Temperaturerhöhung von Aussen oder Innen nothwendig zu haben, wenn blofs, wie hier, vom schwächsten Grad der Verbrennung die Rede ist.

Hiemit ist mein Satz erwiesen, und es bleibt nichts übrig, als die Anwendung auf die Phänomene der thierischen Phosphorescenz zu machen, und zu zeigen, wie ungezwungen sich alles nach dieser Voraussetzung erklären läfst.

§. 101.

In dieser Absicht durchgehe ich die §. 92. zusammengestellten Hupterscheinungen der Reihe nach: a) In jeder Klasse des Thierreichs giebt es freiwillig leuchtende Individuen, die sich nur an einem *mehr* oder *weniger*, *früher* oder *später*, unterscheiden, weil unter den drey bekannten Reichen der Natur das Thierreich sowohl an Phosphorstoff überhaupts, als besonders an ungesäuerten, minder stark gebundenen vor den zwey übrigen reich ist.

b) Die Hauptphänomene stimmen durchgängig überein, weil durchaus derselbe Stoff, und dieselbe Entbindungsart, die *Zersetzung*, zum Grunde liegt.

c) Das Leuchten tritt vor der Fäulniß ein, weil diese bereits der letzte Grad der Zersetzung ist, dem immer eine langsame Auflösung der Theile voran gehen muß, und schon bey dieser wird der Leuchtstoff ausgeschieden; das übrige ist für sich klar.

d) In keinem Fall werden die festen Theile freiwillig leuchten, weil sie nur gesäuerten, mit ihren Erden innigst verbundenen Phosphor enthalten; wovon manchmal ein hoher Grad der Hitze einen Theil entbindet, das Uebrige aber erst mittelst einer künstlichen Scheidung abgesondert wird: ein durch alle Erfahrungen erwiesener Satz. Aus Schleim, Eiweiß- und Fasersubstanz bilden sich alle festen Theile des Thieres; in diesen kann nichts enthalten seyn, was jene nicht geliefert haben, und was sie nicht gleichfalls enthalten. Die flüssigen Theile sind im Thiere einer immerwährenden Aenderung und Erneuerung unterworfen, hiemit auch einer steten Einnehmung und Ausscheidung des Phosphors. Nur die flüssigen, und die *weichen* festen Theile gehen in Fäulniß über, und zwar wie die Erfahrung lehrt, desto früher, je mehr sie *Stickstoff* und *Phosphor* in ihrer *Mischung* enthalten. Hieraus erklärt sich, warum nur die flüssigen Theile leuchten, und

e) warum der Leuchtstoff aus dem Innern zu kommen scheint, vorzüglich aus dem Schleim, der bey der Zersetzung ausgeschieden wird. Und da der Schleim den größten Bestandtheil der Membranen, Sehnen, und Tegumente ausmacht, so erklärt sich, warum bey den vierfüßigen Thieren hauptsächlich diese Theile phosphoresciren; und warum man

f) den Leuchtstoff mehreren Flüssigkeiten mittheilen kann, besonders wenn man sie durch eine mäßige Wärme unterstützt. Treibt man aber die Hitze bis zum Aufwallen, so wird

wird der thierische Schleim vollkommen aufgelöst, und der Leuchtstoff mit einem Male ausgetrieben, daher alles Leuchten auch für die Zukunft ein Ende hat.

g) Die Flüchtigkeit des Leuchtstoffs besteht eigentlich in seinem Streben nach der Säuerung. Kein Stoff ist so leicht oxydirbar wie der Phosphor; den hiezu nöthigen Sauerstoff findet er reichlicher in der Luft als in den Flüssigkeiten; daher er schneller entweicht als diese verdunsten. Gerade so verhält sich's beym Stangenphosphor. Unter temperirtem Wasser überzieht er sich nur langsam, etwas früher wenn er durch Licht unterstützt wird, mit einer weissen Kruste auf Kosten des Wassers, ohne kennbar zu leuchten; in freier Luft hingegen säuert er sich und verbrennt er mit Lichtausbruch viel schneller.

h) Durch Dörren mittelst einer höhern Temperatur wird die Zersetzung, mithin auch das Leuchten gehemmt. Hiebey wird ohne Zweifel die äussere Schichte der leuchtenden Substanz ihres Phosphors beraubt; tiefer einwärts hingegen bleibt noch immer so viel zurück, dass beym nachherigen Anfeuchten ein neues Leuchten möglich bleibt.

i) Alles was die Gährung befördert oder hindert, hat vortheilhaften oder schädlichen Einfluss auf die Zersetzung der thierischen Substanz, mithin auch auf die Ausscheidung des Leuchtstoffs.

k) Alles was die Säuerung des Phosphors befördert oder hindert, bestimmt das Leuchten und nicht Leuchten. In meiner 2ten Abh. untersuchte ich das Verhalten des Phosphors in verschiedenen Oelen. Auch unter Oel konnte ich das verloschene Licht häufig durch Rütteln wieder hervorrufen. Ueberhaupts verdient das ganze fünfte Kapitel jener Abh. S. 195. bis 215. hier nachgelesen zu werden; denn es verbreitet über gegenwärtige Frage viel Licht. Das ausdauernde Leuchten thierischer Substanzen in einem Minimum von athmenbarer Luft ist der schönste Beweis von der unbegreiflich feinen Vertheilung, und der äusserst sparsamen Ausscheidung des Phosphors im Thierreich; ein Verfahren, das wir durch die Kunst nie nachahmen können.

n) Dass sich bey den Würmern und manchen Insecten die Phosphorescenz schon bey Lebzeiten einstellt, rührt, wie ich glaube grossentheils von ihrem zarten Körperbau her (was ausserdem noch zum Grund liegen kann, werde ich besonders untersuchen). Ihr kurzes Leben besteht in einer immerwährenden Zersetzung und Bildung. Was sie als Nahrung sparsam einnehmen, verhärtet sich nicht zu Knochen Muskeln, Knorpeln, Horn und dicker Haut; sondern geht auf mancherley Wegen ganz unmerklich wieder ab. Der mit der Nahrung erhaltene Phosphor findet bey ihnen keine feste Grundlage, mit der er sich dauerhaft verbinden, und durch Säuerung einverleiben könnte; daher ein stetes Leuchten wie Zersetzen. Diefs gilt insgesamt von den Medusen, Seefedern, Nereiden, Seewürmchen, und Pholaden, zum Theil auch von einigen Erdwürmern, Johanniskäfern, Laterenträgern, u dergl. Bey den Fischen und Amphibien, noch mehr bey den warmblüthigen Landthieren verhält sich die Sache ganz anders. Ihre natürliche Anlage zu einem kräftigern Körperbau macht eine ganz andere Verwendung und Aneignung der Nahrungsmittel, hiemit auch des Phosphorstoffs, nothwendig. Einen grossen Theil von beiden reissen, während des Wachstums, die Knochen, Muskeln und andere festen Theile an sich: nicht minder die sehr verschiedenen Flüssigkeiten, vorzüglich

züglich das Blut, die Milch, die Lymphe, und das Fett. Dafs sich aber auch bey Thieren höherer Ordnung noch ungesäuerter Phosphor vorfindet, beweiset das Leuchten des ausgenommenen Gehirns, des Muskelfleisches, und des faulenden, manchmal sogar des frischen Urins bey der Entledigung selbst. Wenn das, was nach einigen Stunden als unnütz und verarbeitet wieder ausgestossen wird, noch einen Antheil von Phosphor enthält, der seine Säuerung in der Luft sucht, weil er sie weder im Thier, noch in der Flüssigkeit fand, so können wir schliessen, dafs diese Thiere durch Nahrung u. dergl. so einen Vorrath von Phosphorstoff erhalten, den sie sich weder ganz aneignen und einverleiben, noch gehörig säuren können. Bedenkt man hiebey ferner, dafs demungeachtet alle festen und flüssigen Theile ihres Körpers noch eine reichliche Portion phosphorsaurer Erden und Kalien, manchmal auch reine Phosphorsäure bey der chemischen Analyse liefern und dafs selbst der so bald wieder abgetriebene Urin ehemals das einzige Material zur Gewinnung des Stangenphosphors war, so mufs es uns nicht mehr befremden, wenn sich auch bey diesen Thieren nach dem Tode, oder manchmal selbst bey Lebzeiten eine Phosphorescenz einstellt, wovon uns der leuchtende Schweis und Urin einiger Menschen und Saugthiere ein Beispiel liefert. Das so seltene Leuchten bey den Landthieren und Fischen ist meines Erachtens schwerer zu erklären, als das Leuchten.

§. 102.

Zur Erklärung der Phosphorescenz noch lebender Thiere können die (§. 92, r.) angezeigten Umstände einigen Aufschluß geben; ihr Leuchten nämlich ist grösstentheils *örtlich* und *periodisch*. Bey den Medusen leuchten vorzugsweis die grossen Fühlfäden: bey den Nereiden und Seefedern die Fransenansätze und die Arterien: bey den Pholaden der fingerförmige Cylinder: bey dem Regen- und Johanniskäfer die letzten Ringe des Unterleibs: Alle Fulgora am verlängerten Rüssel, die Elatern am Brustschild, der Pausus an den Fühlhörnern, u. s. f. Zugleich bemerkt man an diesen Stellen Oefnungen, wodurch das Innere des Thiers mit der umgebenden Luft in näherer Verbindung steht. Wenn Spallanzani die Johanniskäfer unter Wasser tauchte, mittelst eines Federchens die adhärende Luft wegschaffte, und dann das Insect beunruhigte, so sah er aus der leuchtenden Stelle des Unterleibs einen Strom von Bläschen hervordringen, und in Wasser aufsteigen, wobey das Leuchten so gut wie in freier Luft vor sich gieng. Bey näherer Untersuchung entdeckte er viele Löcherchen, welche der Luft den Ein- und Austritt verstatten. So steht auch die Höhlung der Laterenträger durch zwey enge Oefnungen an beiden Seiten der Basis mit der äufsern Luft in Verbindung. Beim Geschlecht der Elatern findet man am Brustschild Vertiefungen in der Gestalt gelber Punkte, welche vermuthlich eine ähnliche Bestimmung haben. Das örtliche Leuchten dieser Insecten scheint also die Communication mit der äufsern Luft zu fordern, und mit dem Athmen in Verbindung zu stehen. Es hält zwar schwer, bey der niedrigsten Klasse der Thiere diesen Procefs genügend zu erklären; unterdessen weifs man doch soviel, dafs auch die Würmer und Insecten, wenn sie sich längere Zeit im gesperrten Raume befinden, die Luft zersetzen; man könnte daher ihre Phosphorescenz ohngefähr so erklä-



erklären: die thierischen Substanzen enthalten hauptsächlich Kohlen- Wasser- und Stickstoff; der erste strebt mehr als jeder andere nach Säuerung, und eignet sich den vom Thier durch Athmen oder auf ähnlichen Wegen sparsam erhaltenen Sauerstoff größtentheils zu: er kann sogar die Zersetzung geposphorter Nahrungsmittel bewirken: hiemit wird der Phosphor frey, und verbindet sich gemäß seiner Verwandtschaft mit Wasserstoff, wohl auch mit Stick- und Kohlenstoff; werden nun diese durch Athmen, Ausdünsten, und überhaupt durch mancherley Zersetzungen, vom Thiere ausgeschieden, so erscheint der Phosphor theils als geposphortes Wasserstoffgas, theils an das kohlensaure Gas und an das Stickgas schwach gebunden, und vollendet in der umgebenden Luft neuerdings seine Säuerung: hiemit Lichtphänomen durch äusserst schwaches Verbrennen.

Nicht minder scheint bey manchen Thieren die Phosphorescenz auch mit dem Kreislauf der Säfte und der Verdauung in Verbindung zu stehen. So will z. B. Mitchill das Leuchten in den Arterien der Medusen oder Nereiden, und nicht in den Venen bemerkt haben. Bestätiget sich's, daß bey den Pholaden der fingerförmige Cylinder das Maul und den After enthält, so deutet sein schöneres und aushaltendes Leuchten auf den Zusammenhang mit der Verdauung oder einem anderen Lebensproceß. Dieselbe Vermuthung dringt sich bey den Lampyriden auf. Ueberhaupt scheinen vorzüglich die Würmer und Insecten des festen Landes ein bestimmtes Organ zu besitzen, woraus sich das Licht ursprünglich entwickelt, und durch andere Theile des Körpers verbreitet. Endlich ist es ein ausgemachter Erfahrungssatz, daß das phosphorische Licht sich allemal aus einer schleimigen Substanz entwickelt; dieses gilt von den zärtesten Seewürmchen so wie vom muskulösen Fleische der Fische, und der vierfüßigen Thiere, vom Leuchten lebender und todter Geschöpfe ohne Ausnahme. In dieser Substanz befindet sich also der Sitz des Leuchtstoffes, was er immer ist, und davon muß man ausgehen, man mag hernach diese Phosphorescenz als eine reine Lichtentwicklung ohne Verbrennen, oder als eine Zersetzung des geposphorten, und geschwefelten Wasserstoffgas, oder als eine Säuerung des freien Phosphorstoffs betrachten.

§. 103.

Das *periodische* Leuchten bezieht sich entweder auf ein gewisses Alter des Thieres, oder auf eine gewisse Jahreszeit. Daß die Augen junger Katzen nicht so gut wie die der alten leuchten, glaube ich bestimmt beobachtet zu haben; so scheint mir auch das Fleisch großer Fische zur Phosphorescenz geschickter, als das kleinerer derselben Gattung. Das Leuchten der Würmer und Insecten des Continents bemerkt man bey uns vorzüglich in den Sommermonaten; hieraus schlossen viele Naturforscher auf einen Zusammenhang desselben mit der Paarungszeit, allein wie ich glaube, ohne hinreichenden Grund, und viel zu allgemein; zufälligerweis kann dieß wohl zutreffen, ohne doch die eigentliche Ursache zu seyn. Das Leben der meisten Insecten beschränkt sich auf eine sehr kurze Zeit, hängt vom Klima, der Witterung, und anderen zufälligen Umständen ab, die manchmal, wie z. B. beim Maikäfer, auf die frühern Jahrgänge zurückdatiren. Die Wärme und Trockne der Luft hat bey

bey uns und vermuthlich überall auf die Erscheinung, und Verschwindung, auf die Menge, und das Wohlbefinden der Insecten, hiemit auch auf ihr Leuchten den größten Einfluss. Dasselbe bewährt sich beim Leuchten des Meeres in den verschiedenen Erdgürteln, und Weltgegenden. Nur in dem Falle könnte man die Phosphorescenz periodisch nennen, wenn man sie bey Thieren, welche mehrere Jahre ausdauern, immer zu gewissen Lebens- oder Jahreszeiten bemerkte, wovon wir aber noch kein Beispiel aufweisen können. Aus allem scheint nur soviel hervorzugehen, daß das Leuchten lebender Thiere mit einer auf die thierische Oekonomie oder ihren Mechanismus Bezug habende Verrichtung in Verbindung steht, wodurch die Hauptvermuthung, daß alles thierische Leuchten eine Folge der Zersetzung und ein schwacher Oxydationsproceß ist, nicht im mindesten widersprochen, vielmehr bestätigt wird.

§. 104.

Jetzt bleibt mir nur noch zu erklären übrig, warum es die Seethiere denen des Continents an der Phosphorescenz so sehr bevorthun, wobey ich mich vorzüglich auf das Leuchten der Fische beziehe, weil hier meines Erachtens der Unterschied sehr bemerkbar ist. Ich nehme als erwiesen an, daß alle Seefische leuchten, wenn man sie noch frisch aus der See erhält, und nach dem gewaltsamen Tode einige Zeit in einem temperirten Ort liegen läßt; Fische der süßen Gewässer hingegen unter gleichen Umständen dieses Lichtphänomen äußerst selten zeigen. Was ich hierüber beybringe, sind im Grunde weiter nichts als Muthmassungen, die sich aber auf mancherley Versuche und Erfahrungen gründen.

Vielleicht sind die Seefische zur freiwilligen Phosphorescenz darum so geneigt, a) weil sie im Meer einen reichlichern Vorrath an Phosphorstoff finden, und mittelst der Nahrung zu sich nehmen: b) oder weil das Seewasser ihre Zersetzung befördert: c) oder endlich, weil die Salzsäure zum Verbrennen und Sauern des Phosphors beyträgt. Ich durchgehe diese drey Muthmassungen der Ordnung nach.

§. 105.

Die freiwillig eintretende Phosphorescenz thierischer Substanzen muß überhaupt in geraden Verhältniß stehen mit der Reichhaltigkeit der Nahrungsmittel an Phosphor- und Wasserstoff; mit der vollkommnern Zerlegung derselben mittelst der Verdauung: und mit der schwächern Verwandtschaft der thierischen Bestandtheile zu diesen Stoffen.

Kein Element scheint hauptsächlich an Phosphor so reich zu seyn, wie das Meer, und was sich darin aufgelöst befindet. Wie wäre es sonst möglich, daß Geschöpfe, die ihr ganzes Leben in- und unter der See zubringen, so ausgezeichnet phosphoresciren, weil ich gemäß dem vorausgeschickten als erwiesen annehme, daß dieses Leuchten vorzüglich in einer Ausscheidung und Oxydation des geposphorten Wasserstoffgas, wohl auch des Phosphors selbst bestehe. Nach Verschiedenheit der Thiere sind nun sowohl die einzunehmenden Nahrungsmittel, als die Verdauungswerkzeuge, und die Verdauungsart selbst gar sehr verschieden. Da ich mich itzt auf die Fische einschränke, so kann man diesen Umstand beiderseits als

F f f

gleich

gleich annehmen und bey Seite setzen; obwohl es möglich ist, daß auch hier der Vortheil auf Seite der Seefische sich befindet. So viel scheint mir aber ausgemacht, daß unter denselbigen Gattungen die Seefische ein viel zärteres Fleisch haben als die der süßen Gewässer. Viele von jenen halten die Hitze des siedenden Wassers gar nicht aus, ohne zu zerfallen, und sich ganz aufzulösen, wie die Köche sehr wohl wissen; da hingegen manche inländische Fische, z. B. der Karpfen, zwey Stunden lang sieden darf, ohne aufgelöst zu werden. Es hängt aber die stärkere Bindung des Phosphors, alles übrige gleich gesetzt, gar sehr von der Festigkeit des Körperbaues ab. Warum also die Seefische zur freiwilligen Phosphorescenz geneigter als unsere Landfische sind, kann wenigstens zum Theil von der phosphorreichen Nahrung, und von der schwächern Verbindung desselben mit ihren Bestandtheilen herkommen.

Welchen Einfluß die Beschaffenheit der Verdauung auf den Phosphorgehalt thierischer Substanzen habe, lehrt uns die Erfahrung, daß man aus dem Harn pflanzenfressender Thiere, z. B. der Ochsen und Pferde, entweder gar keinen oder nur sehr sparsam kunkelschen Phosphor erhält, ungeachtet ihre Knochen an phosphorsaurem Kalkerde reichhaltiger, als die Knochen aller übrigen Thiere sind, wie sich aus der Tabelle §. 97. ergibt. In diesen zwey Thatfachen liegt viel lehrreiches für den Naturforscher; und man muß die eine nicht von der andern trennen.

§. 106.

Ein zweiter Grund, warum sich die Phosphorescenz bey Seefischen früher einstellt, und besser ausnimmt als bey den Flußfischen, kann in der Auflösungskraft des Meerwassers liegen. Dr. Pringle hat durch viele Versuche gefunden, daß das Wasser, wenn es verhältnismässig nur wenig Salz aufgelöst enthält, die Fäulniß des Fleisches vielmehr befördert, als hindert (*Philos. Transact. Vol. XLVI, pag. 557.*), und er hat richtig beobachtet, ungeachtet man späterhin das Gegentheil behaupten wollte (*Fourcroy Système des Connaiss. chimiq. T. IX, p. 73.*) *) Die wirkliche Fäulniß hier bey Seite gesetzt, muß doch jedermann so viel zugestehen, daß das Meerwasser eine stärkere Auflösungskraft besitzt als das gemeine; es werden daher thierische, in- und auf dem Meer schwebende Substanzen leichter und früher der Zersetzung und Auflösung, mithin auch der Phosphorescenz entgegen eilen, als im süßen Wasser. Diese Bemerkung hängt mit der vorigen zusammen.

§. 107.

Endlich scheint mir das Seesalz auch dadurch die Phosphorescenz zu befördern, daß es den schwach gebundenen Phosphor aus der thierischen Feuchtigkeit hervorruft, und zur Entwicklung desselben beiträgt: vielleicht auch daß es ihm zur Säuerung Sauerstoff liefert.

a) Fi-

*) Der scheinbare Widerspruch hebt sich, wenn man bedenkt, daß Pringle von schwachen Salzauflösungen in Wasser, Fourcroy hingegen vom Entziehen der Feuchtigkeit durch Salz redet.

a) Fische und Holz nehmen an Helle zu, wenn man sie sparsam mit Salz oder Salpeter bestreut; noch besser, wenn man sie in eine schwache Salzauflösung taucht. So gewinnt auch der Stangenphosphor an Licht, wenn ich ihn im Finstern mit Küchen- oder Glaubersalz bestreue. In dieser Voraussetzung liesse sich auch erklären, warum eingesalzene Häringe, Sardellen, u. dergl. nicht mehr leuchten; weil nämlich das Seesalz den Fisch durchdringt, den schwach gebundenen Phosphor an sich reißt, und schon im Innern säuert, hie-mit den Ausbruch von Licht hindert, und unmöglich macht.

b) Wäre es nicht möglich, dafs aus dem Seewasser unter günstigen Umständen sogar oxydirtes Salzsaures Gas entwickelt würde? In diesem Fall müßte die Phosphorescenz noch lebender, oder im Meere verwesender Seegeschöpfe vorzüglich schön und schnell vor sich gehen; allein auf das Leuchten der Fische nach dem Tode würde die Anwendung nicht passen, weil wir sie ausser dem Wasser betrachten.

c) Meine Versuche mit Stangenphosphor in flüssiger Salzsäure (*Abhandl. II.* §§. 101, 105, 110.) geben hierüber gleichfalls einigen Aufschluß. Nach Verlauf von vier Wochen, ja selbst nach sechs Monaten, war die Säure noch rein und hell; mit jeder Bewegung des dicht verschlossenen Gläschens entstand Licht: die Säure verlor an Stärke, und der Phosphor überzog sich mit einer weissen Rinde, ein Theil davon blieb aber in der Säure aufgelöst, und von diesem kam das Licht her. Die käufliche, immer etwas schwache Salzsäure hatte also eine doppelte Wirkung auf den Phosphor: Säuerung des Phosphors in Masse, und schwache Auflösung eines Theils davon — Hier haben wir also eine leuchtende Salzsäure (wie oben leuchtendes Meerwasser durch aufgelöste Medusen und Pholaden) durch aufgelösten Phosphor. —

§. 108.

Der Hauptunterschied zwischen See- und Flußfischen liegt vermuthlich im Fleische selbst. Der erste lebet, athmet, erhält seine Nahrung, hiemit seine ganze Substanz aus dem Meerwasser, dessen Salz der Fisch sich einverleibt, und dermassen verarbeitet, dafs man das Salzige beym Genuß desselben gar nicht mehr bemerkt; aber bey der endlichen Verwesung zeigt sich der Unterschied wieder durch Lichtausbruch. Der Salm und die Lachsforelle bringen den Winter im Meere zu, und steigen im Sommer in die Flüsse auf — erhält man sie frisch, so leuchten sie abgethan ohne unser Zuthun als Seefische — Warum es so schwer halt, die Flußfische zum leuchten zu bringen, kömmt daher, weil der Seefisch das Salz chemisch verarbeitet, wir aber mit unseren Fischen beinahe nur mechanisch zu Werke gehen; dennoch fruchtet auch dieses Verfahren in manchen Fällen. Vielleicht hängt der glückliche Erfolg zum Theil auch vom Subject ab. Unter allen Fischen äusserte der Hecht die schönste Phosphorescenz — etwa darum, weil er einer der berühmtesten Raubfische ist, der sich nur vom Fleisch seiner Nachbarn nährt? leuchten etwa auch im Meere die Raubfische besser als andere? oder weil er ein weicheres Fleisch hat, indem er beym Sieden viel früher zerfällt, als der Karpfen.

Hier

Hier bleibt also noch ein Dunkel, das sich erst mit der Zeit aufklären wird. *Seewasser*, *künstlich gesalzenes*, und *süßes Wasser* sind drey ganz zerschiedene Flüssigkeiten, so auch die neu entdeckte Jodine, das Natron, und die Pottasche — — — Haben die Chlorine und Jodine gar keinen Einfluß auf die Phosphorescenz der Seethiere? Beide verbinden sich sehr begierig mit Phosphor: selbst unter Wasser wirken sie noch kräftig auf ihn, im Freien häufig mit Selbstentzündung — — die Zukunft wird lehren, ob dieser Gedanke ganz ohne Grund ist. Ich schliesse mit einer allgemeinen Bemerkung:

§. 109.

Das aus einem Atom von Flüssigkeit hervorgehende Thier hat sein ganzes materielles Ich der Nahrung (das Athmen mit eingerechnet) zu verdanken. Hieraus zieht es alle die verschiedenen Stoffe, die sich nach vollendeter Bildung in ihm vorfinden. Jede Thierklasse hat ihre eigene Nahrung, die sich bey einigen auf die drey Reiche der Natur ausdehnt, bey andern auf ein bestimmtes einschränkt, oder wohl gar nur aus Wasser und Luft besteht. Bey einigen verhärtet sich ein Theil der Nahrung zu Stein, Knochen, und Muskeln, bey andern bildet sie weiter nichts als ein durch eine Hülle beschränktes flüssiges Wesen, zwischen beiden Extremen unzählige Mannigfaltigkeiten: bald rothes warmes, bald rothes kaltes Blut, zuletzt nur noch ein, dem Blut analoger, weisser kalter Saft. Und nun sind alle diese Verschiedenheiten bloß Folgen des verschiedenen Bildungstriebes, der verschiedenen Nahrung, und der Verdauungswerkzeuge; denn durch Auflösung, Verarbeitung, und Aneignung der Nahrungsmittel erhält jeder Theil des Ganzen das ihm angemessene Eigenthümliche, Individuelle, zugleich aber auch manches Gemeinsame, mit dem Eigenthümlichen schon früher verbundene, und mit den einzelnen Körpertheilen in Verbindung tretende. Unter diese gemeinsamen Stoffe rechne ich den Phosphorstoff, den man, vorzüglich bey ausgebildeten Thieren der ersten und zweiten Klasse in allen Theilen der Maschine, selbst nach dem Tode noch, mehr oder minder reichlich antrifft, und der nach Verschiedenheit der Nahrung, und des die Nahrung verarbeitenden Subjects sehr verschieden ausfallen muß; im Ganzen so wie in jedem einzelnen Gliede desselben verschieden der Menge nach, verschieden dem Bindungsgrade und der Säuerung nach.

Wer wird nun in dem beinahe unübersehbaren Reiche der Thiere alle möglichen Verschiedenheiten bestimmen, die sich bey der Aufnahme, Vertheilung, Verbindung, und wieder Freiwerdung des mit der Nahrung eingenommenen Phosphors ergeben? wer von allen Erscheinungen der thierischen Phosphorescenz genügende Rechenschaft geben können? Viel Glück für uns, den Umriss gezogen, und einige charakterisirende Linien in dieses große Gemälde eingetragen zu haben. Lassen wir, so lang es angeht, die Natur reden, und nur da, wo sie schweigt, bestimmen wir sie zu reden, doch ohne Zwang und Drang — —

Das freiwillige Leuchten vieler thierischen, der Auflösung unterworfenen Substanzen zeigt deutlich genug, daß dabey Phosphor frey wird, und sich ausscheidet. Dennoch würden wir auf diese Erklärung nie verfallen seyn, wenn wir nicht schon früher sowohl vom
Daseyn,

Daseyn, als vom Leuchten jenes Stoffs Kenntnisse gehabt hätten, wozu ein bloßer Zufall bey Brand's alchymistischen Arbeiten die erste Veranlassung gab. Hier redete also die Natur ungezwungen und unaufgefordert. Späterhin veranlassten wir sie durch schickliches Verfahren auch die interessante Wahrheit auszusprechen, daß der Phosphorstoff in allen drey Naturreichen zugegen sey, selbst wenn er sein Daseyn durch kein Lichtphänomen verräth, was nur erst erfolgt, wenn man ihn von seinen Banden losreißt, und in Freiheit setzt; die er aber beinahe in demselben Augenblick wieder verliert, als er sie gewinnt.

Sehe ich nun unter gewissen Umständen Wasser- und Landthiere im Finstern gerade so leuchten, wie der aus ihnen bereitete künstliche Phosphor leuchtet, so kann ich mit Grund schliessen, beiden nach allen äußerlichen Kennzeichen ganz ähnlichen Erscheinungen, liege dieselbe Ursache zum Grund. Spricht gleich die Natur das *Wie* nicht deutlich aus, so vertritt die durch Erfahrungen geleitete Vernunft ihre Stelle hinreichend. Denn, ergiebt sich dieses Lichtphänomen immer und überall, wenn und wo der freie Leuchtstoff mit der gemeinen Luft in Berührung kömmt, so kann das Mehr oder Weniger, so wie das gänzliche Ausbleiben nur vom Subject oder vom umgebenden Mittel herrühren, oder wenn man dieses in allen Fällen gleich setzt, einzig vom Subject, und von dessen Verhältniß zum Phosphor. Bey reichlich leuchtenden Substanzen schliesse ich auf Ueberfluß von freiwerdenden, und sich in der Luft säuernden Phosphor: bey schwach leuchtenden auf Armuth, bey dunkelbleibenden auf Mangel; wobey die Frage unbeantwortet bleibt, ob dieses Nichtleuchten von einer absoluten Abwesenheit jenes Leuchtstoffs, oder nur aus Mangel seiner Freiheit herrührt, worüber die chemische Zerlegungskunst entscheiden muß. Da nun diese ohne Zweideutigkeit sagt, daß gerade diejenigen Bestandtheile der Thiere, welche am sparsamsten und seltensten freiwillig leuchten, mit phosphorsaurer Kalkerde u. dergl. am reichlichsten versehen sind, so kann ihr Nichtleuchten nur vom Mangel des ungebundenen, bey der endlichen Zersetzung erst freiwerdenden Phosphorstoffs herrühren; und ich habe nun einen Grund mehr, bey Seewürmern und Seefischen gerade das Gegentheil zu behaupten.

Will ich mich aber, zur Erklärung der so mannigfaltigen Phosphorescenz thierischer Substanzen mit dem Phosphorstoff allein nicht begnügen, so sagt mir die pneumatische Chemie ferner, daß bey der endlichen Zersetzung jener Substanzen noch andere leicht verbrennliche Stoffe zum Vorschein kommen, und zwar gekohltes Wasserstoffgas in allen Fällen, in manchen einzelnen auch geschwefeltes. Hiemit erhalte ich zwey neue Leuchtstoffe, denen zur hinreichenden Erklärung der freiwilligen Phosphorescenz nichts fehlt, als die Eigenschaft, bey der Gemeinschaft mit atmosphärischer Luft von freien Stücken, und ohne äußere Temperatur-Erhöhung das Verbrennen zu beginnen, wozu ihnen der zu gleicher Zeit, und gemeinschaftlich mit ausbrechende Phosphor behülflich ist. Endlich verbindet sich dieser Stoff auch mit dem Stickstoff, und stellt bey dem Zutritt von athmenbarer Luft selbst in niedrigen Temperaturen ein Lichtphänomen, ein schwaches Verbrennen dar. *) Auf diese Art läßt sich das Phänomen, wovon hier die Rede ist, nach allen Umständen, und mit allen Modifica-

*) Fourcroy, *Système des connaissances chimiques*, Tom. I, pag. 193, Göttings Beyträge.

dificationen hinreichend erklären. Selbst den thierischen Bestandtheil, aus welchem sich jene Leuchtstoffe entwickeln, legt uns die Natur unverkennbar vor die Augen, indem sich aus allen phosphorescirenden Körpern, welche nicht ohnehin schon ganz aus Schleim bestehen, eine klebrige Materie aus dem Innern entwickelt, und auf die Oberfläche lagert, die man vom Körper trennen, und womit man viele Flüssigkeiten durchaus leuchtend machen kann. Diese Erklärung paßt nicht nur auf alle nach dem Tode phosphorescirende Bestandtheile der Thiere, sondern auch auf die zarten See- und Erdwürmer, auf die Mollusken, Pholaden, u. dergl. mithin bey weitem auf die zahlreichste Klasse lebendig leuchtender Geschöpfe; denn ihre stete Zersetzung ist erwiesen, ihr Athmungs- und Verdauungsproceß hingegen noch sehr problematisch. Diese Processe dürften aber auf das Leuchten der Käfer und anderer Thiere von einem kräftigern Körperbau einen besondern Einfluß haben, wobey im Innern Flüssigkeiten zersetzt, und Gase ausgeschieden werden, welche ein Lichtphänomen gewähren, an dem vielleicht der Phosphorstoff keinen oder nur einen sehr geringen Antheil hat; indem die Natur viele andere Mittel besitzt, bey lebenden Geschöpfen ein schwaches Verbrennen mit Lichtausbruch einzuleiten, und zu unterhalten. Ich habe mich hierüber bereits §. 102. erklärt. Dieß ist meine Ansicht über die Phosphorescenz thierischer Substanzen im Leben und nach dem Tode, worauf mich die gesammelten, und miteinander verglichenen Erfahrungen leiteten.

Vergleichung der Phosphorescenz des Pflanzen- und Thierreichs.

§. 110.

A e h n l i c h k e i t.

Wer diese Abhandlung mit Aufmerksamkeit durchlesen hat, dem wird sich die auffallende Aehnlichkeit beider Phosphorescenzen von selbst dargestellt haben, eine Aehnlichkeit, welche man im voraus um so weniger zu behaupten berechtigt war, je größer der Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren ist, wenn man ihre äußere und innere Beschaffenheit, ihren Körperbau, Aufenthalt, Nahrungstoff, selbst ihre endliche Verwesung miteinander vergleicht. Nichts desto weniger findet man im ersten Abschnitt keine Erscheinung, der man nicht eine ganz ähnliche im zweiten an die Seite setzen könnte. Die zehn Erfahrungssätze der vegetabilischen Phosphorescenz gelten auch vom Leuchten im Thierreiche buchstäblich: eben so das gegenseitige Verhalten in verschiedenen Medien und unathmenbaren Luftarten. Dieses freiwillige Leuchten erstreckt sich auf alle Klassen der Pflanzen und Thiere: beiderseits leuchten einige Arten schon lebendig, die meisten aber erst nach dem Tode: hier wie dort tritt die Phosphorescenz früher als die Fäulniß ein: beide fordern zum Beginnen und Fortsetzen einen gewissen Grad der Feuchtigkeit, halten aber unter Wasser nicht lange aus: beide werden durch mäßig herabgedrückte Temperatur verlängert, und durch merklich erhöhte zerstört: der Leuchtstoff wird nicht aus den festen, sondern aus den flüssigen Theilen entwickelt: je reiner die unathmenbaren Gase sind, desto geschwinder hem-

hemmen sie das Leuchten: alle Phosphorescenz ist eine Folge der Zersetzung vegetabilischer und animalischer Flüssigkeiten, woraus ein äußerst schwaches Verbrennen entsteht.

Zarte Würmchen und Insecten leuchten bereits lebendig, so auch zarte Pflänzchen, Moose, Schwämme: kräftige Thiere der See und des festen Landes leuchten erst nach dem Tode, so die Wurzeln, Stumpfe, und das Stammholz schlagbarer Bäume. Dem Leuchten der Eidechsen - Schlangen - und Hühner - Eier könnte man das der Erdäpfel, Melonen, und anderer Früchte an die Seite setzen. Das Leuchten lebender Thiere ist größtentheils örtlich, so auch das Blitzen der Blumen. Diese sind gewöhnlich von gelber Farbe; auch die Theile lebendig leuchtender Insecten sind gelb gefärbt.

Der Unterschied zwischen See- und Landthieren (§. 92, o.) könnte sich wohl auch zwischen See- und Landgewächsen vorfinden, wohin schon der Unterschied zwischen der Pottasche und Soda zu deuten scheint; übrigens mangeln hierüber noch alle Beobachtungen; doch zeigt sich die (freilich vorübergehende) günstige Wirkung einiger Salzauflösungen auch beym leuchtenden Holz, wie bey den Fischen. Die Aehnlichkeit der Lichterscheinungen im Pflanzen- und Thierreich ist also erwiesen, und wir sind berechtigt, auch auf ähnliche Ursachen zu schliessen; und es läßt sich daher nicht ohne Grund vermuthen, die Mittel, deren wir uns bedienen, die Vegetabilien zum Leuchten vorzubereiten, seyen auch auf das Thierreich anwendbar. Nun habe ich erwiesen, das Leuchten des Holzes gleiche dem Selbstentzünden der aufgehäuften, zusammengedrückten, eingeschlossenen, und zugleich feuchten Vegetabilien: habe durch Erfahrung gefunden, daß die Natur die Phosphorescenz des Holzes regelmäßig unter der Erde einleitet: daß alles durch andere Wege und Mittel erhaltene Leuchten zufällig und unbestimmt ist: daß man alles Stammholz phosphorescirend machen kann, wenn man es eine Zeitlang unter die Erde vergräbt, u. s. f., sollte ich hieraus nicht schliessen, das Leuchten des Fleisches warmblütiger Thiere gleiche dem Selbstentzündung thierischer Substanzen, wenn sie, wie oben die Vegetabilien, in größeren Massen aufgehäuft, zusammengedrückt, und noch mit ihrer natürlichen Fette, und den Säften versehen sind? die Kammlingswolle liefert uns hievon ein Beispiel. Es ist daher wohl möglich, daß kräftiges Muskelfleisch gerade so wie Holz, durch Vergraben unter mäßig feuchtes Erdreich, oder noch besser, durch dichtes Verhüllen in geölte Leinwand zum Leuchten kann vorbereitet werden, und zwar in viel kürzerer Zeit, als Holz. Diefes ist eigentlich der Versuch, der mir noch zu veranstalten übrig blieb, und dessen Erfolg ich zu seiner Zeit bekannt machen werde. Auch die inländischen Fische können auf diese Art geprüft werden. Doch hievon ein andermal; itzt nur noch ein Wort über den beiderseitigen Verbrennungsproceß.

§. 111.

Daß sich die sonst charakteristischen Merkmale des Verbrennens bey diesem Leuchten kaum merklich vorfinden, habe ich §. 94. kürzlich gezeigt; im Pflanzenreich aber ganz übergegangen, obwohl es hier noch viel unkennbarer ist als im Thierreiche. Denn

a) es



a) es hält bey einer gleichförmigen Temperatur des aufthauenden Eises über fünfzehn Tage ununterbrochen aus (§. 15.). Diesen Versuch hat man mit Fischen noch nicht gemacht; doch könnte man das Leuchten meines Kabeljau §. 74. hieher rechnen.

b) Man kann das Leuchten des Holzes nach einem vierteljährigen Unterbrechen neuerdings hervorrufen (§. 13.) ohngefähr wie man das Licht der Pholaden wieder aufleben macht (§. 67, e.), nur mit dem Unterschied, daß man die Pholaden entweder dörren, oder den leuchtenden Saft mit Honig vermischen muß, das Holz aber, wenn es nicht faul ist, sich selbst überlassen darf.

c) Ist eine leuchtende Holzspalte in gesperrter Luft verlöschen, so wird eine zweite und dritte nachgeschoben, noch eben so lang darin leuchten; damit kann man fortfahren, so lang die Glasflasche noch eine Spalte faßt. Auch diesen Versuch hat man mit leuchtenden Fischen noch nicht gemacht; bey Stangenphosphor aber ist der Erfolg ganz anders.

d) Sowohl im Freien, als im gesperrten Raum dauert das Leuchten des Holzes immer länger fort, als jenes der Fische, man mag beiderseits entweder die Massen oder die Volumina gleich nehmen.

e) Die unathmenbaren Luftarten wirken schädlicher auf Fisch - als auf Holzlicht, d. i. dieses hält in demselben Gas länger aus, als jenes. Vorzüglich verdient der 55te §. überlegt zu werden.

f) Der regelmäßige Proceß der Phosphorescenz muß bey Holz immer unter der Erde eingeleitet werden, wenn er späterhin im Freien lange fortdauern soll (§. 4.); Fische hingegen werden hiezu erst außer dem Wasser vorbereitet. Die Seewürmer aber haben vor dem Holz den Vortheil, daß ihre Phosphorescenz schon bey Lebzeiten unter Wasser beginnt, und manchmal ihr ganzes Leben hindurch fortdauert; man könnte ihnen das leuchtende Moos (§. 57.) an die Seite setzen. Vielleicht giebt es auch leuchtende Pflanzen im Meere.

Aus diesen und ähnlichen Beobachtungen geht soviel hervor, daß die Phosphorescenz des Holzes noch mehr, als die der Fische und anderer thierischer Substanzen eine Lichtentwicklung ganz besonderer Art ist, welche zwischen dem reinen Leuchten der Körper durch Insolation, und dem gewöhnlichen Verbrennen das Mittel hält.

§. 112.

Die Abweichungen beider Phosphorescenzen.

a) Vermöge §. 92, e, f, hat der thierische Leuchtstoff seinen Sitz in einer klebrigen Feuchtigkeit, die sich vom Thiere trennen, und andern Körpern, vorzüglich dem Wasser mittheilen läßt, wodurch sie gleichfalls leuchtend werden; dieß geht bey dem leuchtenden Holz nicht an. Die Ursache hievon mag wohl die Verschiedenheit thierischer und vegetabilischer Säfte, der größere Vorrath derselben in den Thieren, und die schnellere Ausscheidung während der Zersetzung seyn. Dieser merkwürdige Umstand könnte zugleich dahin deuten, daß das thierische Leuchten, z. B. der Fische, des Fleisches, in einer Ausscheidung und Oxydation des wirklichen Phosphorstoffs, die Phosphorescenz des Holzes aber mehr ein Ausbruch und

und ein Zersetzen verbrennlicher Gase sey. Dieser Gedanke, oder der Umstand, auf welchen er sich gründet, verdient wohl eine nähere Prüfung.

b) Hiemit scheint auch die Beobachtung in Verbindung zu stehen, daß die Bewegung dem Leuchten der unter Wasser getauchten Medusen, Fische, u. dergl. sehr gedeihlich, bey dem leuchtenden Holz unnöthig und ohne Nutzen ist. Hat meine so eben geäußerte Muthmassung Grund, so muß die Bewegung dem thierischen Leuchten unter Wasser darum gedeihlich seyn, weil dadurch der zu oxydirende Leuchtstoff mit frischer Luft und luftvollem Wasser in Berührung kömmt; leichte Gase hingegen schwingen sich selbst empor, und bedürfen dieser Unterstützung nicht; daß man sie nicht in ergiebigen Blasen emporsteigen sieht, muß man der äusserst sparsamen Entwicklung zuschreiben. Man sehe §§. 66, 102.

c) Nicht leicht wird man faule Fische leuchten sehen, wohl aber faules Holz. Der Verwesungsproceß geht nämlich, unter gleich günstigen Umständen, bey thierischen Substanzen viel schneller vor sich, und er äussert ganz andere Erscheinungen, als bey den Pflanzen. Dieser Unterschied giebt den nöthigen Aufschluß.

§. 113.

Wir sehen also, daß die ganze Abweichung bloß in zwey Umständen besteht, die Uebereinstimmung aber beiderseits sehr auffallend und unerwartet ist; mir wenigstens war sie es, weil ich unbefangen zu Werke ging: die Versuche über das Leuchten des Holzes wurden vom Anfang bis zu Ende verfolgt, ohne auf die Phosphorescenz des Thierreichs die mindeste Rücksicht zu nehmen, selbst ohne Rückerinnerung auf das, was von anderen bereits geleistet worden. Hiemit sah ich nicht, was ich etwa zu sehen wünschte, sondern bloß, was die Natur selbst darbot. So verfuhr ich in allen vorhergehenden Untersuchungen. Die Resultate sind daher reine Thatsachen, und die beiderseitige Uebereinstimmung habe ich gefunden, ohne sie zu suchen. Hr. Dessaignes nahm den gerade entgegengesetzten Gang. —

Mein Endurtheil geht dahin: *beide Erscheinungen beruhen auf derselben Grundursache: die Abweichungen sind Folgen der Verschiedenheit zwischen Pflanzen und Thieren. Im Pflanzenreich erscheint der Phosphor in Verbindung mit Wasserstoff, und Kohlenstoff; im Thierreich mit Wasserstoff und Stickstoff. — — —*

VIERTES KAPITEL

Anwendung und Erörterungen.

§. 114.

Verschiedene Meinungen.

a) Ich habe die thierische Phosphorescenz als einen Verbrennungsproceß betrachtet, und das denselben begleitende Lichtphänomen dem Phosphor- Wasser- und Stickstoff zugeschrieben, welche sich aus den thierischen Substanzen, während ihrer Zersetzung, entwik-

keln, Verbindungen eingehen, Gase bilden, und in Berührung mit athmenbarer Luft verbrennen. Die Bestandtheile thierischer Körper, und die Erscheinungen des Stangenphosphors, womit ich mich ehemals lange beschäftigt hatte, mußten mich nothwendig auf diese Erklärung hinleiten. Die Hrn. Fourcroy und Vauquelin, denen die chemische Analyse so viel zu verdanken hat, äusserten viel früher ähnliche Gedanken. Nachdem sie sich vom Daseyn des Phosphors in der Fischmilch überzeugt hatten, so zweifelten sie nicht mehr, daß dieser so verbrennliche Stoff, nicht nur an der Phosphorescenz der Fische und anderer Seethiere einen Antheil habe, sondern daß man auch das Leuchten einiger Insecten des festen Landes mit der Zeit daraus würde herleiten können. Diese Muthmassung wiederholt Fourcroy in der, drey Jahre vor seinem Tode erschienenen, dritten Auflage seiner *Philosophie chimique*, wo er sich (Tit. XII, n^o. 14.) über die thierische Fäulniß unter andern so ausdrückt: „Une certaine quantité de Gaz hydrogène se dégage en emportant du carbone, du soufre, et même du phosphore; de là l'odeur infecte si variée et peut-être la phosphorescence de toutes les matières animales qui se pourrissent.“ Diesen zwey großen Chemikern gehört vermuthlich die Ehre, das Leuchten der Thiere nach dem Tode, zuerst aus dem ächten Gesichtspunct betrachtet zu haben; mir bleibt kein anderes Verdienst, als ihren Gedanken durch eine allgemeine Induction ausgeführt, und auch auf das Leuchten lebender Geschöpfe übertragen zu haben. Ich sehe auch nicht ein, warum man eines und dasselbe Phänomen anders bey lebenden, als bey todten Thieren erklären soll, wo es lediglich auf eine schwache Zersetzung, nicht aber auf die Fäulniß ankömmt.

b) Man muß sich daher sehr verwundern, daß Hr. Bernoulli, welcher die Phosphorescenz lebender Geschöpfe so schön auseinander gesetzt hat, bey der Erklärung lebloser Phosphorn des Thierreichs das schwache Verbrennen ganz aus den Augen verlor, und zu einer sehr gekünstelten, in der Natur schwerlich gegründeten Hypothese seine Zuflucht nahm. (*Ueber das Leuchten des Meeres*, S. 174. u. f.). So wird es immer geschehen, wenn man unbedingt auf fremde Erfahrungen und Versuche bauet, ohne selbst zu prüfen, was seine damaligen Umstände nicht wohl erlaubten.

c) Die Erklärung des Hrn. Spallanzani, welcher alles Leuchten im Pflanzen- und Thierreich, in der lebenden und in der todten Natur, einzig von der Berührung des aus leuchtenden Körpern entbundenen Wasser- und Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff der Atmosphäre herleitete, wird wohl Niemand zufrieden stellen; selbst viele seiner Versuche scheinen mir sehr oberflächlich gemacht zu seyn. Allein sein Gegner, Hr. Corradori, hat die schwache Seite obiger Behauptungen nicht gehörig aufgefaßt, und er verfällt in den entgegengesetzten Irrthum, wenn er behauptet, daß überhaupt das Leuchten natürlicher Phosphorn keine Wirkung einer Verbrennung sey, da jede Verbrennung einer mehr oder weniger hohen Temperatur bedarf. (?) (*Gilbert I*, 211.)

d) Einer der neuesten Aufsätze über das Leuchten der Thiere ist wohl jener des Hrn. Macartney, wovon ich nur den Auszug in *Schweiggers Journal B. X*, S. 409. u. f. kenne. Hr. M. schrenkt sich auf das Leuchten lebender Seegeschöpfe ein, theilt seine eigenen Beobachtungen über *Medusa Scintillans* und *hemisphaerica*, *Beroë fulgens*, *Lampyrus noctiluca*,

Elater

Elater noctilucus, und Scolopendra electrica mit, und schließt endlich, daß dieses Leuchten nichts weniger als ein Verbrennungsproceß sey, indem es manchmal gerade am besten vor sich geht, wenn die leuchtende Substanz vom Zutritt des Sauerstoffgases ganz ausgeschlossen ist, und daß das Leuchten des Meeres *allezeit* von lebenden Thieren, und zwar meistens von der Medusa Scintillans herrühre. Diese zwey Sätze werden wohl die wenigsten Naturforscher unterschreiben, indem mannigfaltige Erfahrungen dagegen streiten. Um auf die wahrscheinlichste Ursache der thierischen Phosphorescenz zu kommen, scheint mir's nothwendig, die lebende Natur nicht von der todten zu trennen, und sich beiderseits mit allen Erfahrungen bekannt zu machen, auch zugleich selbst zu prüfen. Uebrigens kommen in dieser Abhandlung manche gute Gedanken vor; vielleicht läßt sich aus dem Originalaufsatz, welcher in den Philos. Transact. von 1810 steht, mehr schließen. Hr. Oken hat dagegen manche berichtigende Erinnerung gemacht, (*Schweigger*, XII, 542. u. f.) und er schließt seine Bemerkungen mit folgender Stelle: „Das allgemeine Leuchten des Meeres gehört, wie „das Leuchten durch Faulniss z. B. des Leuchtholzes, todter Schellfische, u. s. w. und das „lebendiger Thiere, Medusen, Johanniswürmer u. s. w. völlig unter eine Rubrik, und es ist „kaum der Mühe werth, daß man darüber streitet.“ Diefes war immer meine Ansicht, die ich auch in gegenwärtiger Abhandlung durch alle Klassen des Pflanzen- und Thierreichs durchzuführen bemüht war. Schwerlich wird jemand einer anderen Meinung seyn, der sich mit dem so allgemein verbreiteten Phänomen näher bekannt macht, sein Urtheil nicht aus einzelnen Beobachtungen abstrahirt, sondern das Ganze mit einem Blick umfaßt.

§. 115.

Ueber das Leuchten des Meeres giebt es beinahe so viele Meinungen als Schriftsteller. Das seltsamste ist dieses, daß gerade die sich am meisten widersprechen, welche die Erscheinung mit eigenen Augen gesehen haben. Wie der berühmte Forster dachte, habe ich §. 61. angeführt. Mackartney sagt: „Das Leuchten des Meeres rührt *allezeit* von lebenden Thieren und zwar meistens von der Medusa Scintillans her.“ Oken erwiedert dagegen: „Das *allgemeine* Leuchten des Meerwassers kommt nicht von leuchtenden Thieren, „sondern aus dem Wasser selbst, wobey der Einfluß der thierischen Substanz auf das Leuchten keineswegs ausgeschlossen wird, u. s. f. (*Schweigger* X. 445. XII, 545.); beide reden als Augenzeugen. — — —

Einer der neuesten Aufsätze befindet sich im 28ten Band der neu. Schwed. Abhandl., von P. G. Bladh. (*Gotting. gelehr. Anz.* 1815. n. 51.), worin sechs verschiedene Arten dieser Phosphorescenz unterschieden werden, und das *allgemeine* Leuchten hauptsächlich verschiedenen schaumähnlichen Substanzen, die sich auf dem Wasser sammeln, aufsteigenden phosphorescirenden Gasarten, Luftblasen u. dergl. zugeschrieben wird. Langsdorf, Tilesius, und Hörner, haben hierüber auf der russischen Entdeckungsreise unter Kapit. Kruzenstern gleichfalls viele Beobachtungen gemacht, und mancherley Muthmassungen geäußert. Warum Autopten in ihren Meinungen so verschieden sind, mag wohl daher rühren, daß nicht

nicht leicht einer allein Gelegenheit hat, alle Arten von Phosphorescenz zu beobachten, mithin aus partiellen Beobachtungen einseitig schließt. Einen grossen Antheil an diesem Leuchten muß wohl die starke Reibung des Schiffes gegen das Wasser haben, was ich hier nur im Vorbeigehen andeute, indem es zu meiner Abhandlung über die Phosphorescenz durch mechanische Mittel gehört: einen noch grösseren die lebenden Geschöpfe, und die in Verwesung übergehenden: hierauf kommen die Pflanzen: die aus der Tiefe sich empor-schwimmenden verbrennlichen Gase nach Art unserer Irrlichter, u. s. f. Der Ursachen giebt es hier so viele, daß wir mit der Zeit zur Erklärung der Erscheinungen die Electricität gar nicht mehr zu Hülfe rufen dürfen.

§. 116.

Verschiedener Zustand des Phosphors in den thierischen Substanzen.

Durch mancherley Erfahrungen geleitet, glaubte ich mich berechtigt, in den thierischen Substanzen nicht nur gesäuerten, mit Erden und Kalien verbundenen, sondern auch ungesäuerten Phosphor annehmen zu dürfen; die Analysen des Gehirns, der Fischmilch, des Urins, u. dergl., und die Lichtphänomene jener Substanzen, wenn man sie einem höheren Grad der Wärme unterwirft, scheinen diese Meinung zu unterstützen; wenigstens ist dadurch so viel erwiesen, daß ein Theil des Phosphors bey der Zerlegung thierischer Körper frey wird, und in der Luft sich neuerdings säuert, oder verbrennt. Wir wissen, daß phosphorgesäuerte Erden und Kalien diesen Stoff schon bey einer mässigen Erhitzung fahren lassen, wodurch sich das Licht erklärt, das man heym Verdicken des Urins, beym Calciniren der Knochen, und in vielen chemischen Processen bemerkt. (*Macquers chem. Wörterb. Art. Phosphor, S. 551., Note K., Mem. de Lausanne T. II., pag. 222, Note.*) Daß wirklicher, ungesäuertter Phosphor in den thierischen Körpern so äusserst selten vorkömmt, erklärt sich aus seinem steten Streben nach Säuerung, worin er's allen uns bisher bekannten einfachen Stoffen bevorzucht. Da aber die Kunst bereits mehrere Mittel kennt, ihn zu entsäuern, so besitzt ohne Zweifel die Natur derselben noch viel mehrere.

Meine Behauptungen stehen also ganz und gar nicht im Widerspruch mit den Aeusserungen berühmter Chemiker, welche das Daseyn von wirklichem Phosphor in den thierischen Substanzen entweder bezweifeln, oder wohl gar läugnen. So sagt der große Berzelius in seinem Ueberblick der Zusammensetzung thierischer Flüssigkeiten (*Schweigger X, 153.*): „Der Faserstoff, der Eiweißstoff, und die farbende Materie des Blutes erzeugen bey der Zersetzung, aber enthalten nicht die erdigen phosphorsauren Verbindungen und den kohlensauren Kalk.“ Ebenso hält sich Hr. John aus seinen mühsamen Analysen des Ochsen- und Kalber-Gehirns berechtigt, gegen Vauquelin zu behaupten, daß das Gehirn keinen substantiellen Phosphor enthalte, und daß sich die Phosphorsäure erst in dem der Analyse unterworfenen Gehirn bilde. (*Schweigger, X, 155, 166.*); übrigens lieferte ihm die graue Substanz, mit welcher das weisse und das verlängerte Hirnmark, so wie das Rückenmark übereinkommen, beinahe $\frac{1}{20}$ des Ganzen an phosphorsauren Verbindungen von Kalk, Natrum, Ammonium,

nium, Bittererde, und Eisen. Der Phosphor, als ein chemisch einfacher Stoff mußte wohl doch schon früher zugegen seyn, und er konnte sich nicht erst bey der Analyse bilden; hiemit sind wir ganz miteinander einverstanden. Wenn es aber (a. a. O. S. 166.) heisst: *Frisches Gehirn phosphorescirt in keiner Periode der Zersetzung zu Nachts, wenn es der Luft ausgesetzt wird*, so heisst dieß denn doch sehr viel behaupten, wozu wohl hundertfaltige Versuche erfordert würden, wie mich meine Bemühungen mit den Fischen lehrten; allein man darf vermuthlich den Versuch nicht so oft wiederholen, um das Leuchten des Gehirns bestimmt zu sehen, indem ich schon bey meiner ersten Probe mit Ochsenhirn in der dritten Nacht ein äusserst schwaches Licht zu bemerken glaubte. Vielleicht beschränkt sich diese Phosphorescenz bey manchen, sehr verweslichen Substanzen nur auf wenige Stunden, die man sehr leicht übersehen kann, indem unsere Beobachtungen nur einige Minuten zu Nachts umfassen, und Zwischenräume von zwölf bis sechzehn Stunden enthalten. Uebrigens kann nach meinen Ansichten ein thierischer Körper an Phosphorgehalt sehr reich, und an wirklicher Phosphorescenz sehr arm seyn, so wie im Gegentheil phosphorarme Körper sehr schön und anhaltend leuchten können; von jenem geben uns die Knochen vierfüssiger Thiere, von diesem die Würmer und Insecten einen Beweis. Auf die Aeusserung des Hrn. John (a. a. O.): „wenn es auch möglich ist, daß die Phosphorescenz krankhafter Absonderungen, z. B. des Harns, des Schweißes, u. s. w. von einem Phosphorgehalt herrührt, so „fehlen directe Versuche, welche denselben beweisen,“ läßt sich antworten, daß die Gewinnung des Stangenphosphors aus dem Urin gesunder Menschen denn doch einen directen Beweis von seinem Daseyn liefere; so wie ich auch wirklichen Phosphor, und wirklichen Wasserstoff haben muß, um gephosphortes Wasserstoffgas zu erzeugen.

§. 117.

Eigene Functionen des Phosphors in der thierischen Oekonomie.

Wer den Zusammenhang des Leuchtens mit dem Athmen und anderen Lebensverrichtungen der Thiere überdenkt, worauf ich bey jeder Gelegenheit aufmerksam gemacht habe, der wird ohne Zweifel auf die Vermuthung verfallen, daß auch im Innern warmblütiger Thiere, vorzüglich des Menschen, eine stete Phosphorescenz unterhalten werde, die wir nur der dunklen Hülle wegen nicht bemerken. Unser ganzes Leben ist ja ein langsames Säuern und Verbrennen, warum nicht auch ein Leuchten? um so mehr, da im Menschen unaufhörlich dreierley Processe vor sich gehen, wovon jeder für sich hinreichend ist, Phosphorescenz zu bewirken: *Temperatur-Erhöhung, Mischungen, Zersetzungen*. Ritter sagt in seiner mystischen Sprache: „Alles Leben scheint in Leuchten ausbrechen zu wollen. „Es wäre eine Ordnung der Thiere aufzusuchen, vom Immerleuchten, Bisweilen leuchten, „Nie lebendig leuchten, sondern nur im Tode, bis zum Unter keiner Bedingung leuchten.“ Diese Ordnung ist durch gegenwärtige Abhandlung so ziemlich hergestellt; was Ritter daraus folgern würde, kann er uns leider! nicht mehr sagen, schwerlich aber wird's jemand anderes errathen.

Sollte wohl der Phosphor im thierischen Körper keine eigene Bestimmung haben? hat sie doch jeder andere Stoff — Sollte sein Mehr oder Weniger an Menge, Bindung, Säuerung etc. keinen Zusammenhang mit unserem Wohlbefinden haben, wie man dieß vom Kohlen- Wasser- Stick- und Sauerstoff mit Grund behauptet? Jeder Bestandtheil der Nahrungsmittel, dem Körper einverleibt, hat seine eigene Bestimmung, Wirkung, Folge in der thierischen Oekonomie — ein weites Feld der Forschung für den Arzt. —

§. 118.

Menschenharn und thierische Knochen sind noch immer die zwey Substanzen, aus denen man Stangenphosphor bereitet. Beiderseits durch einen glücklichen Zufall geleitet — Hatte Brand sein vermeintliches Gold im Ochsen- oder Pferdeharn gesucht, so würde er eben so wenig einen Phosphor, als Gold gefunden haben, und die schöne Entdeckung wäre um hundert Jahre verspätet worden: hätten die durch Gahn und Scheele aufgeklärten Chemiker statt der Ochsenknochen einen anderen thierischen Körper gewählt, so würden sie vielleicht durch eine magere Ausbeute abgeschreckt bey Kunkel's eckelhaftem Stoffe noch länger stehen geblieben seyn. Glücklicher Wechsel der Substanzen, man schritt beinahe von einem Extrem auf das andere hinüber: vom Flüssigen auf das Starre, vom Zufälligen auf das Wesentliche der Maschine, von dem nach einigen Stunden als unnütz ausgestossenen auf die Grundfeste des Gebäudes, vom verweslichsten auf das nach Jahrtausenden noch Bestehende. Allein die Hauptsache ist die Ausbeute an Phosphor; und auch hierin sind die Knochen dem Urin vorzuziehen, weil jener bey der Verdichtung, Destillation, und Rectification durch's Feuer sehr viel verliert. Aber auch der Gewinn aus Knochen wird noch beträchtlich wachsen, wenn man einst lernen wird, *allen* Phosphor davon zu trennen, und durch's Feuer *wenig* zu verlieren; denn ganz ohne Verlust zu arbeiten, ist hier unmöglich. Die Hrn. Exchaquet und Struve haben sich lange damit beschäftigt, und auch gute Verbesserungen angebracht. (*Mem de Lausanne T. II.*) Fourcroy's Wink, selben leichter und wohlfeiler aus einigen Bley-Erzen herzustellen, ist wohl noch nicht befolgt worden. (*Système I, 187.*)

§. 119.

Kunkels Phosphor, Fische, und Holz äussern beym schwachen Leuchten viele Aehnlichkeit; nur muß man den käuflichen Phosphor nicht in Stangen, sondern in Olivenöl aufgelöst anwenden; dann hält er in Hinsicht der meisten Lichtphänomene mit den natürlichen Phosphor der beiden Naturreiche eine strenge Probe aus, (*Abhandl. II. §. 96, u. f.*) was man nach älteren Versuchen zu urtheilen, nicht erwartet hätte. Die Auflösung des Phosphors in Oel oder einer anderen Substanz, mit welcher er keine engern Verbindungen eingetret, ist aus mehr als einer Ursache nothwendig. Gleichwie der Phosphorstoff im Pflanzen- und Thierreich nur sparsam, und eine geringe Masse in einen grossen Raum verbreitet, auch mit dem phosphorescirenden Körper noch schwach verbunden existirt, so muß auch der künstliche Phosphor mittelst Oel u. dergl. in ähnliche Umstände versetzt werden, wenn die gegen-

gegenseitige Vergleichung gelten soll. Ohne diese Vorsicht erhält man beträchtliche Abweichungen, wie Hr. Böckmann gezeigt hat. (*Scherers Journal der Ch. V*, 25. 26.)

§. 120.

Ich habe bereits in meiner ersten Abhandlung (*Seite 8, Note*) die Muthmassung geäußert, daß sich in unsere Ausgaben von des Aristoteles Buch *über die Seele* eine fehlerhafte Leseart eingeschlichen habe, wo der große Mann behaupten soll, das Horn der Thiere leuchte im Finstern — und daß man statt *κερας* (Horn) *κρεας* (Fleisch) lesen müsse. Deutlichkeit halber führe ich hier die ganze Stelle an, vorzüglich weil sie von der freiwilligen Phosphorescenz vegetabilischer und thierischer Substanzen die erste uns bekannte Nachricht enthält. Es heisst *περι ψυχης B. II., Kap. 7.* nach dreien von mir verglichenen Ausgaben (*Francof. 1577, Aureliae Allobrog. 1607, Parisiis 1654.*):

„Ου παντα δε ορατα εν φωτι εστιν, αλλα μονον εκαστου το οικειον χρωμα ενια γαρ εν μιν τω φωτι ουχ οραται, εν δε τω σκοτει ποιει αισθησιν, οιον τα πυρωδη φαινομενα και λαμποντα (ανωνυμα εστι ταυτα ενι ονοματι) οιον μυκης, κρεας, κεφαλαι ιχθυων, και λεπιδες και οφθαλμοι. δι ην ουν αιτιαν ταυτα οραται, αλλως λογος, κ. τ. λ.

„Am hellen Tage kann man nicht alles sehen, sondern nur die jedem Körper eigenthümliche Farbe; denn manche Gegenstände machen nur im Finstern, nicht aber bey Tageshelle auf unser Auge einen Eindruck, dergleichen sind die, welche feuerig oder leuchtend erscheinen, z. B. die Schwämme, das *Horn*, die Köpfe, Schuppen, und Augen der Fische; keine dieser Erscheinungen wissen wir mit einem einzigen Worte auszudrücken. Warum man aber alles dieses sieht, das ist eine andere Frage, wovon anderswo die Rede seyn wird — das gehört nicht hieher. — Man lese *κρεας*, so sagt Aristoteles die Wahrheit, die er auch sagen wollte. Hieraus sehen wir zugleich, daß ihm das Leuchten der Fische (ohne Zweifel der Seefische) nach allen ihren Theilen bekannt war.

§. 121.

In meiner ersten Abhandlung über die Phosphorescenz habe ich durch eine ziemlich vollständige Induction erwiesen, daß nur solche Körper durch Insolation leuchten, welche entweder eine gesäuerte Erde, oder einen anderen mit einer Säure verbundenen Bestandtheil in sich enthalten. Zugleich ergab sich aus meinen Versuchen, daß im Mineralreich die phosphorsauren Kalkerden, im Thierreich die Knochen warmblütiger Thiere viel schlechter phosphoresciren, als ähnliche mit einer anderen Säure verbundene Körper, z. B. die gemeinen Kalksteine, die Korallen, die Eierschalen, u. dergl. Ich wußte mir damals diesen Unterschied nicht zu erklären, und fugte (§. 17, S. 20.) die unstatthafte Muthmassung bey: „vielleicht darum, weil die Knochen zu den verbrennlichen, die Korallen zu den unverbrennlichen Körpern gehören? — Die wahre Ursache ist diese, daß die Phosphorsäure viel zu stark an die Kalkerde der Knochen gebunden ist, als daß eine Entsäuerung durch Licht statt haben

haben könnte, indem nicht einmal die Glühhitze vermögend ist, dieses Band zu trennen. Jener Erfolg liefert zugleich einen Beweis für die ächte Ansicht der Phosphorescenz durch Insolation.

§. 122.

Wer die freiwillige Phosphorenz als einen Verbrennungsproceß betrachtet, muß auch von der freiwilligen Entzündung Rechenschaft geben. Ich leitete sie hauptsächlich vom Phosphor und dem geposphorten Wasserstoffgas in Verbindung mit anderen verbrennlichen Gasen her, weil diese Stoffe auch bey niedriger Temperatur und dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre freiwillig verbrennen. Umständlicher habe ich hievon in meiner zweiten Abhandl. §. 252—260 gehandelt; wo man zu den §. 252. angegebenen Umständen, von welchen die Entzündungstemperatur, oder das sogenannte *Feuerfangen, in Flamme ausbrechen*, abhängt, auch den *Druck der Atmosphäre, oder des den geprüften Körper beschrenkenden Mediums*, beifügen muß. Dafs übrigens viele andere Wege möglich seyen, ein wirkliches Verbrennen mit Lichtausbruch einzuleiten, zeigen uns mancherley Verpuffungen und Pyrophore, wie denn die gegenwärtige Phosphorescenz thierischer und vegetabilischer Substanzen im Grund ein den bekannten Pyrophorn ähnliches Phänomen ist.

Ritter sagt in seinen Fragmenten n^o. 417.: „Was die mindeste Cohäsion hat, ist am lebendigsten. Es ist hier die wenigste Individualität zu überwaltigen. Die Gasarten gehören hieher. Die gasfahigen Stoffe sind die Basen der Lebenserscheinungen in der Thier- und „Pflanzenwelt“ Ich füge hinzu: sie sind auch der Grund der Lichterscheinungen während der Zersetzung und Verwesung.

§. 123.

Es giebt nur dreierley Arten von Phosphorescenz: durch *Insolation*, durch *Temperaturerhöhung*, durch *Verwesung*. Die das Phänomen einleitenden Hauptkräfte sind *Licht-Wärme-Wasserstoff*. Die erste Art besteht in einer Entsäuerung — reines Lichtphänomen — die dritte in einer Sauerung — schwaches Verbrennen — die mittlere wechselt; daher sie auch mehr, als jede andere in sich begreift. Auch die Lichterscheinungen durch Druck, Bruch, Reiben, und durch chemische Mischungen hervorgebracht, gehören *hier* zu. Reihen wir an diese, wie billig, auch die Erscheinungen der Glas- und Harzelectricität, so ist ihr Umfang beinahe unermesslich. Sie zu erschöpfen, würden mehrere Bände erfordert; genug wenn ich einen Umriss des Ganzen liefere, was in der nächstfolgenden Abhandlung geschehen soll.

A n h a n g. *)

Von der freiwilligen Phosphorescenz

nach Hrn. Dessaignes.

Ich unterscheide zweierley Arten der freiwilligen Phosphorescenz, eine vorübergehende und flüchtige, wie z. B. bey kaustischem Kalk, wenn er mit Wasser gemischt wird, und eine andauernde, bleibende, dergleichen das leuchtende Holz darbietet. Nur von letzterer ist hier die Rede. Es hat zwar Hr. Hulme bereits 1800 über das freiwillige Leuchten der Körper der königl. Ges. d. Wiss. von London eine interessante Abhandlung übergeben, in der er sich hauptsächlich mit dem Leuchten der Fische beschäftigt, und uns mit wichtigen Erscheinungen bekannt macht, ohne doch die Frage selbst aufzulösen; allein man wird sehen, daß ich in dem, was wir miteinander gemein haben, vor ihm weit voraus bin, und was die Hauptsache ist, daß ich zur Erklärung des Phänomens, Baco's Experimentum crucis gefunden habe.

I. Alle Gattungen von Holz sind des Leuchtens fähig, sie mögen von einem frischen Stamm gefällt, oder auf dem Strunk abgestorben seyn, wenn sie nur mit Wasser durchdrungen, mit atmosphärischer Luft in Berührung, und in einer Temp. von 8 bis 12 Cgr. gehalten werden. Eichenholz wird braun und entfärbt sich, bevor es zu leuchten anfängt: bey compactem Holz leuchtet nur die Aussenfläche, das Innere bleibt dunkel.

Ich fand specifisches Gewicht beym gesunden und trocknen Holz 0,737, bey leuchtendem, das compact und mit seiner Feuchtigkeit versehen war 0,655: bey ausgeleuchtetem und an der Luft getrockneten 0,549; es verliert also durch den Proceß der Phosphorescenz über die Hälfte seines anfänglichen Gewichts. Mittelt der Luftpumpe fand ich, daß Holz während seiner schönsten Leuchtperiode etwas mehr als den vierten Theil seines Volumens an atmosphärischer Luft in seinem Gewebe enthält.

II.

*) Fortsetzung des Auszuges, welchen Hr. Dessaignes von seiner Preisschrift in das Journal de Physique eingerückt hat. Julyheft 1809, S. 25 — 35. Hr. D. hat seit der Zeit hierüber keine fernern Zusätze geliefert.

II. Ochsen- und Kalbfleisch, und die Fische des süßen Wassers leuchten etwas härter, als jene der See. Alle diese Substanzen fordern eine mäßige Temperatur von 8 bis 12 Cgr., eine anhaltende Feuchtigkeit und Daseyn atmosphärischer Luft; auch wird die Lichtentwicklung durch Meerwasser, oder durch eine Salzauflösung von gleichem specifischen Gewicht befördert. Das Fischlicht hat seinen Sitz nur auf der Oberfläche; tiefer liegende Flächen werden oft leuchtend, wenn sie einige Zeit lang mit der Luft in Gemeinschaft gestanden haben. Am schönsten leuchten die schleimigen Theile, ingleichen die Nerven, Bänder, Kapseln, und die Milch der Fische.

III. Luft, welche im leuchtenden Holz enthalten war, mit gleichviel Salpetergas gemischt, erlitt im Eudiometer eine Verminderung von 0,33; atmosphärische Luft von 0,57; die erstere ist also eine verdorbene Luft. Ein Stück leuchtendes Holz wurde in ein Gefäß voll Quecksilber gebracht und dieses mit Quecksilber gesperrt: hierauf mittelst der Pumpe die Luft aus dem Holz entwickelt, und dann Kalkwasser hinzugelassen, das sich sogleich trübte, ein Beweis, daß sich Kohlensäure entwickelt hatte.

In zwey Gefäße mit Wasser wurden zwey Stücke Holz von demselben Stock untergetaucht, das eine war noch nicht leuchtend, das andere in voller Phosphorescenz. Nach Verlauf von zwanzig Tagen hatte das erste nur wenige färbende Theile mit Extractivstoff geliefert; das Wasser des zweiten Holzes war beinahe ungefärbt, etwas trüb, rund um das Holz zeigte sich eine flockenartige, graulichte Substanz, welche gallertig zu Boden fiel, und einer neuen Schichte Platz machte. Diese Substanz verbreitete einen thierisch-stinkenden Geruch, und schien mir die Eigenschaften des vegetabilischen Eiweißstoffs zu verrathen. Ich wiederholte den Versuch mit Sägespänen einer gesunden Eiche, und andererseits mit gleichviel ausgeleuchteten Holz, beide in destillirtem Wasser. Das erste Wasser war stark gefärbt, und gab mit dem Leim einen Niederschlag von schwefelsaurem Eisen und ätzender Pottasche *). Das zweite war gegen diese Reagentien unempfindlich, nur wurde es durch Pottasche etwas getrübt. Wasser, in welchem leuchtendes Holz macerirt worden, trübt sich gern am dritten Tag; der ungefärbte Extractivstoff, den es in seiner Auflösung enthält, ist häufiger als bey gesundem Holz, und scheint leichter verdichtbar zu seyn. Dasselbe Holz giebt, mit Schwefelsäure zersetzt, als Rückstand eine Kohle von reiner und sammetartiger Schwärze, verbranntem Gummi ähnlich; gesundes Holz hingegen derselben Art, und eben so behandelt, lieferte eine grobkörnigere und nicht so schwarze Kohle.

IV. Die Phosphorescenz geht merklich vor der Zerstörung des Holzes zu Ende. Hat dieses die Eigenschaft zu leuchten nicht mehr, so hat es auch alle physische Eigenschaften, seine Beugsamkeit, seine Bindungskraft, und einen großen Theil seines Gewichts verloren; der holzige Theil hingegen besitzt, mit Ausnahme der Cohäsion, noch alle seine chemische Eigen-

*) L'eau étoit fortement colorée, et a précipité avec la colle, le sulfate de fer, et la potasse caustique. Soll vermuthlich bedeuten, daß schwefelsaures Eisen und ätzende Pottasche den Bindungsstoff (colle) niederschlugen.

Eigenschaften; denn er ist noch unauflöslich im Wasser und Alkohol, und zerstörbar durch Säuren wie zuvor: es brennt beinahe ohne Flamme, verbreitet einen sehr scharfen Rauch, und verzehrt sich wie Zündschwamme.

Auch bey den Fischen äußert sich während der ganzen Lichtperiode keine Spur der Fäulniss, und keine Veränderung der Muskelfaser, nur die schleimigen Säfte verändern sich. Dieser Saft, wenn er bey einem frischen Einschnitt auf die Oberfläche hervordringt, ist anfangs flüssig und durchsichtig; während dem Leuchten wird er merklich zäher, klebriger, zuletzt trüb, und dem äußern Ansehen nach eiterförmig, mit Ausscheidung eines graulichen Pulvers; allein auch diese Veränderung ergiebt sich noch früher, als die freiwillige Zersetzung. Die Phosphorescenz hat also ihren Sitz nicht in der Muskelfaser, und sie hat mit der Fäulniss nichts gemein.

V. Werden Fische, oder Holz in Glasflaschen mit Aetzstein oder äzendem Kalk luftdicht verschlossen, so verschwindet ihr Licht in dem Maas, als sie austrocknen, es kömmt aber beym Anfeuchten wieder zurück. In siedendem Wasser verlieren sie ihre Phosphorescenz schnell und unwiderruflich: bey 50 Gr. wird sie nur unterbrochen, bey 37 Gr. scheint sie sogar zu gewinnen. Ich habe mich überzeugt, daß sich aus leuchtendem Holz unter Wasser, und unter reinem Oel von 100 Gr. Temp. häufige Luftblasen entwickeln, und daß hiemit das Leuchten endiget. In einer kalten Mischung von 0 Gr. Wasser und Eis wird das Leuchten gleichfalls eingestellt, das bey 6¼ noch bemerkbar ist; allein schon die Wärme der Hand kann das Licht wieder hervorrufen. Fische halten in der Kälte länger aus, als Holz. Destillirtes Wasser und Flußwasser verhalten sich gegen Holz auf gleiche Art; beiderseits leuchtet es etwa sechs Stunden, Fische aber nur zwey Stunden lang — eine Erfahrung gegen Hulme, daß reines Wasser das Fischlicht sogleich tilgt.

Bey einem Druck von 28 Zoll Quecksilbersäule jenem der Atmosphäre noch beygefügt, nimmt Holz unter Wasser an Licht merklich zu, hält aber nur eine Stunde lang aus. Im fetten Oele hielten Fisch und Holz 24 Stunden lang aus; ein Stück sehr schwammigtes Holz aber verlösch schon nach zwey Stunden, allein während dieser Zeit stiegen immer Luftblasen auf: wurde dieses Oel etwas stark erhitzt, und wieder abgekühlt, so war es der Phosphorescenz tödlich. Alkohol, Aether, Kalkwasser, Schwefelaufösungen, verdünnte Säuren, die Alkalien, und die geschwächten Neutralsalze üben dieselbe Kraft auf Holz und Fische aus; doch muß man die sehr verdünnten Salzaufösungen ausnehmen, welche der phosphorischen Eigenschaft günstig sind, und selbe unterhalten. Ich füllte eine Glasflasche mit künstlichem Meerwasser, doch so, daß noch eine beträchtliche Luftblase zurück blieb, schob ein Stück gut leuchtenden Fisch hinein, sperrte die Mündung mit Kork und darüber mit Papier, und stürzte nun die Flasche um. Nach zwey Stunden war der Fisch nicht mehr leuchtend, allein auf der Wasserfläche, die mit der Luftblase in Berührung stand, zeigte sich ein Lichtkreis, und zwischen Stöpsel und Glas gleichfalls ein leuchtender Ring. Diese seltsame Erscheinung sagte mir zu viel, als daß ich mich nicht sogleich davon hätte überzeugen sollen. Ich wiederholte also den Versuch mit gesottenem Salzwasser, und sorgfältiger Ausschließung aller Luft in einem Medicinglas, dessen Mündung unter eben solches Wasser

Wasser gestürzt war. Nach Verlauf von zwey Stunden war alles dunkel (Fisch und Wasser), auch konnte durch Schütteln des Wassers kein Schimmer erregt werden; sobald ich aber nur eine einzige Luftblase unter Wasser aufsteigen liefs, so wurden Salzauflösung und Fisch wieder leuchtend — auf vier bis fünf Minuten lang — So konnte ich nach Belieben mittelst einer frischen Luftblase das Licht zurückrufen; allein zuletzt wurde das Leuchten sowohl des Fisches als der Flüssigkeit anhaltend *).

VI. Holz und Fischlicht hält eine Zeit lang aus in Stickstoff- Wasserstoff- und kohlsaurem Gas; allein nach und nach wird es schwächer, und zuletzt verlöscht es ganz. Ist man Augenzeuge dieser Versuche, so muß man gestehen, daß der phosphorescirende Stoff, wenn er leuchtet, bereits mit dem zum Verbrennen dienenden Sauerstoff gesättigt ist; daher aus beiden Substanzen beträchtlich viele Luftblasen aufsteigen, wenn man sie unter Wasser im Guericke'schen Vacuum behandelt. Im gesperrten Raum, der eine mit gemeiner Luft, der andere mit Sauerstoffgas gefüllt, leuchten zwey Stücke Holz gleichlang, und beinahe gleich gut: durch den Druck einer Quecksilbersäule von 48 Zoll verdichtete atmosphärische Luft, vermehrte den Schimmer des Holzes beträchtlich, verkürzte aber auch die Dauer. Leuchtend Holz wurde drey Tage lang in atmosphärischer, mit destillirtem Wasser gesperrter Luft erhalten. Nach zwölf Stunden betrug die Luft-Absorption bereits $\frac{1}{4}$ Linie, und wuchs verhältnißmässig mit der Zeit. Wird aber der Raum mit Quecksilber geschlossen, so sinkt das Niveau, und deutet vielmehr auf eine Entwicklung als Verschluckung; allein sobald man Kalkwasser hinzuläfst, so wird es trüb, und der Wasserrumfang vermindert sich. Mit einem leuchtenden Fisch erhält man dieselben Erscheinungen und Resultate, doch ist die Absorption beträchtlicher.

VII. Läßt man ein Stück leuchtendes Holz durch Quecksilber in das Torricellische Leere aufsteigen, so wird sein Licht matt, und verschwindet nach 7 bis 8 Sec.; war aber das Holz compacter, so hielt es wenigstens 8 Minuten lang, freilich schwach, aus; in diesem Fall entwickelt sich die im Holz haftende (solidifié) Luft schwerer. Läßt man von aussen Luft zu, so lebt das Licht wieder auf. Ich füllte eine dicke, vier Fuß lange Barometerröhre bis auf drey Zoll mit Quecksilber, die übrigen drey Zoll mit destillirtem Wasser: brachte in dieses ein Stück leuchtendes, mit einem Gewicht verbundenes Holz, um es unter Wasser zu erhalten; hierauf wurde die Säule im Finstern aufgestellt und die Mündung in einen Behälter gethan. Das Holz leuchtete wie oben 7 bis 8 Min. lang; mittelst eines Lichts sah ich eine starke Luftentwicklung, und als diese aufhörte, hielt auch die Phosphorescenz in. Ich veranstaltete denselben Versuch mit Holz unter Olivenöl im guericqueschen Vacuum: der phosphorische Schein verschwand noch früher, als die Luftentwicklung aus dem Holz zu Ende war, kehrte aber beym Zulassen der Luft wieder zurück. Als ich die Luft neuerdings auspumpte, und abwartete, bis keine Luftblasen mehr aufstiegen, wurde das Holz durch Zulassen der Luft nicht mehr phosphorisch. Mit einem Fisch erhielt ich gleiche Resultate;

*) Diefs ist vermuthlich das Experimentum Crucis, auf welches sich Hr. D. gleich anfangs beruft. Spallanzani, Hulme, v. Humboldt, und ich haben denselben Versuch theils mit Fischen, theils mit Holz gemacht.

sultate; nur konnte ich ihm seine solidgemachte (solidifié) Luft nie ganz benehmen, und er wurde, obgleich unter Wasser oder Oel getaucht, sogleich wieder leuchtend, wenn er durch Hinzulassung der äussern Luft, den Druck der Atmosphäre wieder erfuhr. Hieraus folgt, dass der dieses Verbrennen unterhaltende Sauerstoff nicht bloß in den Zwischenräumen des Pflanzen- oder thierischen Gewebes mechanisch haftet, sondern dass er von der phosphorescirenden Substanz fest zurückgehalten, und solid gemacht ist.

U e b e r b l i c k.

VIII. Nach allen so eben erzählten Thatsachen unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass die freiwillige Phosphorescenz eine Art von Verbrennen ist, wobey Wasser und Kohlensäure entsteht *). Die im Holz oder Fisch diesem Proceß unterworfenene Substanz muß also eine beträchtliche Veränderung leiden, weil sie einige seiner Grundstoffe (principes) verliert, und allem Anschein nach, einem höheren Grad von Säuerung entgegen geht. Nun bleibt aber die holzige Materie im Holze, und die Muskelfaser in den Fischen während der Phosphorescenz unverändert; denn obgleich das Holz nach diesem Proceß seine Eigenschaften des Gewebes und seinen verbrennlichsten Bestandtheil verloren hat, so bestehen doch die Holzmolekule noch in ihrer ganzen Beschaffenheit, und scheinen alle physische und chemische Eigenschaften noch beibehalten zu haben. Ihr Mangel an Zusammenhaltung deutet nur auf die Abwesenheit eines klebrigen Stoffs, der ihnen zum gemeinschaftlichen Band gedient hatte. Dieser Kleber verhält sich zum Holz, wie die Gallerte zum phosphorsauren Kalk der Knochen. In diesem Fall wäre also die Phosphorescenz des Holzes ein dem Rösten des Hanfes, und der vorläufigen Fäulung der Papierlumpen analoges Phänomen. Da ich Kürze halber nur die Resultate meiner Beobachtungen mittheilen kann, so bemerke ich nur, dass der Holz-Leuchtstoff in einem klebrigen, ausziehbaren Saft besteht (un suc glutino-extractif), der allen Theilchen als Bindungsmittel dient. Dieser Saft ist, vermög seiner Verbindung mit dem Satzmehl des Holzes, im Wasser unauflöslich, obgleich durchdringbar vom selben; hat er sich aber mit dem Sauerstoff der Atmosphäre verbunden, und dadurch einige seiner verbrennlichen Bestandtheile verloren, so hört seine Anziehung gegen das Satzmehl auf, und er wird im Wasser auflöslich. Diefes ist eigentlich die Ursache, warum faules Holz mehr ungefärbten Extractivstoff giebt, als gesundes: und warum dann dieser Stoff geneigter ist sich zu verdichten, und gallertartige Häutchen und Flecken zu bilden. Der zum Leuchten geschickte Bestandtheil des Holzes verschluckt den Sauerstoff, und ist gegen alle, selbst die schwächsten Reagentien, empfindlich; aus allen Pflanzenstoffen besitzt nur der Extractivstoff diese Eigenschaften im höchsten Grade. Die Phosphorescenz des Holzes ist also nicht die erste, aus der freiwilligen Zersetzung hervorgehende Bewegung, wie man zu glauben scheint, sondern das aus der Umbildung eines Gemisches und dessen Vorschreitung zur Säuerung sich ergebende Resultat; denn ich habe mich überzeugt, dass das Klebrig-Extractive, sobald es gesäuert und in Wasser gelöst ist, nach und nach alle Stufen der Wein- Essig- und faulen Gährung durchläuft.

IX.

*) Diefes ist die Erklärung des Herrn Spallanzani §. 114.



IX. Die freiwillige Zersetzung des Holzes nimmt folgenden Gang. Anfangs werden der Gerbestoff, der zusammenziehende und färbende Stoff, braun und falb, und nach der vom berühmten Berthollet so schön erklärten Art zerstört. Das Gewebe schwellt durch eindringendes Wasser auf und erweicht sich: der Sauerstoff wird verschluckt und es entsteht eine mit Licht begleitete Verbrennung, die nicht früher aufhört, als bis das Holz allen Vorrath an kleberigen Saft verloren hat. Wird dem Holz immer mit Wasser nachgeholfen, so geht dieses gesäuerte Extractiv zuerst in Gährung über, und dient in der Folge dem Satzmehl als Sauerteig; allein dieser Niederschlag ist zweierley Zerstörungen unterworfen. Ruht das faule Holz dermassen auf seinem Stock, daß das Regenwasser nicht darauf verweilet, und daß es wechselsweis den Einfluß von Sonnenschein und feuchter Luft genießt, so wird es mit der Zeit braun, oxydirt, verkohlt, und zuletzt in Düngererde verwandelt. Wird es hingegen stets vom Wasser durchnäßt, so wird es erweicht, beinahe gallertartig, es zerfließt, und stellt sein Zellengewebe offen dar. Man möchte sagen, diese Veränderung sey jener gleich, welche das Holz durch die Salpetersäure erfährt, und es ist gerade, als bildeten sich dabey mancherley Sauren; denn es verbreitet einen herben, sauern, schimmelnden Geruch. Ist diese feuchte Zersetzung weiter vorgerückt, so findet man das zuvor bloßgelegte Mark nicht mehr, sondern hier und dort Blättchen einer gelben, schmierigen, öligen Substanz, dergleichen der Kork liefert, wenn er in Salpetersäure aufgelöst wird; diese Substanz riecht wie verdorbener Käse, und hievon kommt auch der Geruch faulender Baumfrüchte u dergl. her — Aller Wahrscheinlichkeit nach das Resultat des zersetzten Holzmarkes (Parenchyme) — denn dieser thierische Geruch verbreitet sich erst in dem Augenblick, wenn dieses Netz von Gefäßen zerstört wird.

Dies ist also die Ordnung der Zerstörung im Körperbau des Holzes: der Anfang geschieht mit den gerbenden und färbenden Bestandtheilen: dann gilt es den klebrigen Extractivstoff, hierauf das holzige Satzmehl, endlich das Zellengewebe; allein die Phosphorescenz kann man, in Hinsicht der Zersetzung, nur als eine Vorbereitung betrachten, wodurch sich der klebrige Extractivstoff die Materialien zueignet, welche späterhin die Zerlegung seiner konstituierenden Bestandtheile befördern, oder wohl gar bewirken müssen.

X. Auch die Muskelfaser der Thiere kann nicht als das Subject der Phosphorescenz betrachtet werden; denn auch sie leidet dadurch keine Veränderung, und es ist erwiesen, daß diese Art von Verbrennung vor der Fäulniß vorausgeht. Außerdem sind gerade die weissen, und an Schleimsäften reichsten Theile, als die Haut, die Ligamente, und die Milch am besten phosphorisch. In der thierischen Maschine hat also dieses Licht seinen Sitz im eiweißschleimigen Saft (suc albumino - muqueux); denn nur diese Substanz besitzt die Eigenschaft, den Sauerstoff der Atmosphäre freiwillig einzusaugen, und nur sie erfährt durch das Leuchten selbst mancherley Veränderungen: sie wird nämlich immer zäher, consistenter, und zuletzt getrübt. In einer Temperatur unter dem natürlichen Gefrierpunkt erhält sich die Mischung unversehrt, und sie geht der Fäulniß entgegen, ohne zu leuchten; ist die Hitze zu groß, so erfolgt eben so wenig ein Licht; die Bestandtheile, augenblicklich den Banden entrissen, welche sich ihrer neuen Anreihung entgegensetzen, werfen sich ohne Ord-

Ordnung übereinander her, verbinden sich vermög ihren Wahlverwandschaften paarweise, und hiemit entsteht keine Lichtausströmung. Bey gemäßigter Temperatur hingegen, erhalten sich die durch Wärme nur mäßig getrennten Elemente in ihrer Verbindung, das Gleichgewicht der Wahlverwandschaften wird zwar erschüttert, aber nicht zerrissen. In diesem Zustand von Streben und Widerstehen entreißt der verschluckte Sauerstoff der Mischung einen Theil ihres Wasser- und Kohlenstoffs, verbindet sich damit einzeln, und dieser partiellen Ausscheidung haben wir das Phänomen der Phosphorescenz zu verdanken. Anstatt also die Wärme als dem Leuchten günstig zu betrachten, sollte man es vielmehr einer gemäßigten Kälte zuschreiben, die als faulnißwidrig einen günstigen Einfluß hat. Gesättigte Salzaufösungen wirken auf den schleimigen Leuchtstoff ohngefähr wie die (starke) Kälte: sehr verdünnte Salzaufösungen aber wie gemäßigte Kälte, süßes Wasser endlich wie die Hitze.

Nachdem dieser Saftwasser und Kohlensäure geliefert: nachdem er sich selbst mit mehr Sauerstoff versehen hat (denn es ist zu bemerken, daß vor der Phosphorescenz der verschluckte Sauerstoff in der Mischung nur fest haftete, ohne noch damit chemisch vereinigt zu seyn) so wird er unauflöslich und fest (concret). Die Phosphorescenz hätte also Aehnlichkeit mit dem Proceß, welcher beym Athmen, und im ganzen Gefäßsystem vorgeht, wobey die Lymphe, indem sie verschiedene Ausscheidungen erfährt, und neue Verhältnisse mit dem Sauerstoff bekömmt, nach und nach in den Zustand der Eiweiß-Gallerte-, und Fasersubstanz übergeht. Dieser großen Arbeit der lebenden Natur haben wir die erwärmenden Ausflüsse zu verdanken, welche unseren Körper in einer gleichförmigen Temperatur erhalten, und es ist sehr wahrscheinlich, daß diese allgemeine Umwandlung auch mit einer Lichtentwicklung begleitet ist, die wir nur wegen Undurchsichtigkeit der Gefäße nicht sehen. Der Act der Phosphorescenz ist also nicht der Anfang der Fäulniß, sondern eigentlich der stete Vorschritt eines unvollkommenen Gemischten zu einem bleibenden Zustand; aber auch dieser ist in leblosen Organen nie von Bestand, indem durch Einfluß des Wassers, der Luft, und der Wärme dieses Gleichgewicht bald wieder gestört wird, das nur unter dem Schutz der Lebenskräfte bestehen kann.

XI. Nach dieser kurzen Uebersicht ist es nicht schwer, vom Leuchten der See, und der lebenden Thiere Rechenschaft zu geben. Man bemerkt in den Gewässern des Meeres ein doppeltes Leuchten, ein abgesondertes, und ein zusammenhängendes: jenes kömmt von lebenden Thierchen, durch deren Körper ein phosphorischer Schleim ausschwitzt: dieses kömmt von demselben, im Wasser aufgelösten Schleim her, den diese Thierchen, die Mollusken, die Fische der See, u. s. f. liefern. Was das Leuchten lebender Thiere betrifft, so beruht diese Eigenschaft durchgängig auf einem Saft, der bey den Mollusken auf die Aussenfläche des Körpers dringt, bey den Käfern aber, u. dergl. in den durchsichtigen Gefäßen enthalten ist. Dieser Saft ist nur mit mechanisch haftendem, aber nicht chemisch verbundenen Sauerstoff versehen, den das Thier durch die Luftröhren, u. dergl. erhält; soll er leuchten, so muß die organische Bewegung, vorzüglich bey den Käfern, von der Zusammenziehung zur Ausdehnung übergehen. Durch das Spiel der thierischen Werkzeuge können

nen alle Flüssigkeiten nach dem Bedürfnisse des Lebens verdichtet und ausgedehnt, hiemit auch das Leuchten dieses Schleims bald unterbrochen, bald bewirkt werden; dasselbe bemerkt man auch bey den Landthieren, wenn sie sich krank oder leidend befinden. Diese Phosphorescenz ist nicht nur von der organischen Bewegung abhängig, sie ist sogar dem Willen, oder vielmehr den verschiedenen Neigungen des Instincts untergeordnet. Allein man muß sich erinnern, daß die Triebe des Instincts auf die Empfindsamkeit der Organe, und diese ferner auf die Spannung der Theile wirken. Es äußern sich aber die thierischen Leidenschaften auf gar verschiedene Art. Einige, z. B. Furcht, Bedürfnis und Noth, oder Traurigkeit verengen die Organe und verdichten die Feuchtigkeiten: andere, als die Sicherheit, die Begierden, der Zorn, erweitern und entfalten. Die erste wird gleich der Kälte die Phosphorescenz unterbrechen, die zweite befördern, weil sie die Lebensstärke mildert. Dieser die Ausdehnung unserer Säfte bewirkenden Kraft lebhafter Leidenschaften muß man es zuschreiben, daß die Augen mancher Thiere funkeln, und im Finstern in Feuer zu stehen scheinen.

Hiemit sind alle Erscheinungen der freiwilligen Phosphorescenzen sowohl in toten Substanzen, als bei lebenden Thieren auf eines und dasselbe Princip zurückgeführt, und als von denselben Bestimmungsmomenten abhangend erklärt; sie haben nämlich die Eigenschaft zu leuchten nichts anderm zu verdanken, als der faulniswidrigen Kraft der Kälte, der Salze, und des Lebens. Man wird vielleicht diesen Auszug (über die ganze Preisschrift) etwas lang finden; allein es war unmöglich, von einer so weitschichtigen Arbeit, die über vierhundert Versuche enthält, mit mehr Kürze einen ächten Begriff zu geben.

E r r a t a.

Seite	Zeile
326	25
332	5
334	5 v. unt.
413	letzte
416	5 v. unt.

C o r r i g e.

verfahre	verfuhr
dürfen	dürften
gehemm	gehemmt
anderes	anderer
st	ist

nen alle Flüssigkeiten nach dem Bedürfnisse des Lebens verdichtet und ausgedehnt, hiemit auch das Leuchten dieses Schleims bald unterbrochen, bald bewirkt werden; dasselbe bemerkt man auch bey den Landthieren, wenn sie sich krank oder leidend befinden. Diese Phosphorescenz ist nicht nur von der organischen Bewegung abhängig, sie ist sogar dem Willen, oder vielmehr den verschiedenen Neigungen des Instincts untergeordnet. Allein man muß sich erinnern, daß die Triebe des Instincts auf die Empfindsamkeit der Organe, und diese ferner auf die Spannung der Theile wirken. Es äußern sich aber die thierischen Leidenschaften auf gar verschiedene Art. Einige, z. B. Furcht, Bedürfnis und Noth, oder Traurigkeit verengen die Organe und verdichten die Feuchtigkeiten: andere, als die Sicherheit, die Begierden, der Zorn, erweitern und entfalten. Die erste wird gleich der Kälte die Phosphorescenz unterbrechen, die zweite befördern, weil sie die Lebensstärke mildert. Dieser die Ausdehnung unserer Säfte bewirkenden Kraft lebhafter Leidenschaften muß man es zuschreiben, daß die Augen mancher Thiere funkeln, und im Finstern in Feuer zu stehen scheinen.

Hiemit sind alle Erscheinungen der freiwilligen Phosphorescenzen sowohl in toten Substanzen, als bei lebenden Thieren auf eines und dasselbe Princip zurückgeführt, und als von denselben Bestimmungsmomenten abhangend erklärt; sie haben nämlich die Eigenschaft zu leuchten nichts anderm zu verdanken, als der fäulnißwidrigen Kraft der Kälte, der Salze, und des Lebens. Man wird vielleicht diesen Auszug (über die ganze Preisschrift) etwas lang finden; allein es war unmöglich, von einer so weitschichtigen Arbeit, die über vierhundert Versuche enthält, mit mehr Kürze einen ächten Begriff zu geben.

E r r a t a.

Seite	Zeile
326	25
332	5
334	5 v. unt.
413	letzte
416	3 v. unt.

C o r r i g e.

verfahre	verfuhr
dürfen	dürften
gehemm	gehemmt
anderes	anderer
st	ist

Heinrich, Placidus,

Die Phosphoreszenz der Körper oder die im Dunkeln bemerkbaren Lichtphänomene der anorganischen Natur

Bd.: 3

Nürnberg 1815

Regensburg, Staatliche Bibliothek -- 999/Philos.755(1/5
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11109666-7